

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní obor: Mechanická textilní technologie

Zaměření: Tkaní

Katedra textilních technologií

**Vliv dostavy útku na pevnost a tažnost tkaniny
v různých směrech**

**The impact of the setts on the tensile strenght
and elongation in various directions**

Autor: Pavel Silovský

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Radko Kovář, DrSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Iva Mertová

Rozsah práce: 73 stran

Počet obrázku: 18

Počet tabulek: 8

Počet příloh: 3

Akademický rok:2007/2008

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že v práci nabyla porušena autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. O právu autorském zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí právo TUL na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení, atd.).

Jsem si vědom nezbytnosti souhlasu TUL, při užití či poskytnutí licence k užívání práce. TUL má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do její skutečné výše).

V Liberci dne 4. ledna 2008

Podpis

Poděkování

Poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce Prof. Ing. Radko Kovářovi, DrSc. za odborné vedení a rady při vypracovávání této bakalářské práce a Ing. Ivě Mertové za poskytnutou pomoc.

Mé poděkování patří též rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu mého studia.

Anotace

Účelem vypracování této bakalářské práce bylo zkoumání vlivu dostavy útku na pevnost a tažnost tkaniny v různých směrech.

V první části jsou uvedeny teoretické poznatky o struktuře tkaniny a o vlivu dostavy útku na deformační vlastnosti, tj. na již zmíněnou pevnost a tažnost textilie. V experimentální části jsou zpracovány naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti tkanin s různou dostavou útku a jsou porovnány pro různé směry (směr osnovy, útku a diagonály). Data jsou vyhodnocena pomocí tabulek a grafů. V grafech je celkové porovnání pro jednotlivé směry dle dostav útku.

Klíčová slova: dostava tkaniny, osnova, útek, pevnost, tažnost

Annotation

The aim of this thesis is investigation of impact of woven fabric sett on the tensile strength and breaking elongation in various directions.

The first section describes theoretical knowledge about woven fabric and about influence of fabric sett on the deformational properties – i.e. on the tensile strength and breaking elongation mentioned above. The second section deals with experimental results. Observed values of tensile strength and breaking elongation for various directions were processed and evaluated in figures and tables. Presented figures also provide overall comparison for particular direction and setts.

Key words: fabric sett, warp, weft, tensile strength, breaking elongation

Přehled použitých zkratk a symbolů

Symbol	Jednotka	Popis
d	m	Průměr nitě
D	nnití/1m	Dostava(hustota)nití ve tkanině
F	N	Síla, výstupní tahová síla
h	m	Výška, vlny nitě ve tkanině
H	h_o+h_u	Vzdálenost os. Nití ve vazném bodu
K	-	Koeficient
K_{vp}	-	Koeficient využití pevnosti
l	m	Délka nedeformované nitě ve vazném prvku
L	$l.(1+\varepsilon_n)$	Délka, deformované nitě ve vazném prvku
M	Nm	Ohybový moment
N	N	Normálová síla
p	1/D	Rozteč nití ve tkanině
R	-	Regresivní parametr
S	m^2	plocha
s	-	Směrodatná odchylka
s	$(\check{s}_o-\check{s}_t)/\check{s}_o$	Setkání (relativní zkrácení nitě zatkním)
s_2	-	Rozptyl
T	N	Tečná síla
t	m	Tloušťka tkaniny
T	tex	Jemnost nitě
v		Variační koeficient
W	J	Energie, práce
x		Aritmetický průměr
$x,$	y	Souřadnice
β	rad	Úhel směru změny směru vedení nitě
γ	Rad	Úhel zvlnění ve tkanině
ε	$(l-l_o)/l$	Relativní změna rozměrů
μ		Zaplnění plošné textilie
ξ	h/H	Relativní zvlnění nitě ve tkanině
σ	Pa, N. m^{-2}	Napětí

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1	Obecná charakteristika.....	9
2.1.1	Osnova a útek.....	9
2.1.2	Setkání nití ve tkanině.....	11
2.2	Popis struktury	12
2.2.1	Struktura a vlastnosti textilie	12
2.2.2	Geometrické parametry struktury	13
2.2.3	Geometrický model struktury tkaniny oblouk - úsečka (Peirce)	14
2.3	Deformační vlastnosti	14
2.3.1	Definice deformace	14
2.3.2	Deformace při namáhání tahem	15
2.4	Pevnost a tažnost tkaniny	19
2.4.1	Hlavní zdroje deformace tkaniny	19
2.4.2	Směrová pevnost a tažnost tkaniny	19
2.4.3	Pevnost tkaniny	20
2.4.4	Tažnost tkaniny	21
3	ÚVAHA	23
4	EXPERIMENT	25
4.1	Popis univerzálního přístroje Instron 4411	25
4.2	Rozbor příže	26
4.3	Zadané tkaniny rozdělené dle vazeb a dostav	26
4.4	Nenormovaný vzorek	26
4.5	Postup měření	27
4.5.1	Nastavené podmínky pro trhací zkoušku na přístroji INSTRON 4411 ..	28
4.5.2	Upnutí vzorku do čelistí	28
4.5.3	Příklad přetrhu v čelistech a jeho ovlivnění výsledných hodnot	28
4.5.4	Přetrh panamové vazby	30
4.5.5	Vzorky s nízkou dostavou v útku	30
4.5.6	Vyhodnocení	31
4.6	Statistické vyhodnocení	31
4.7	Pevnosti a tažnosti tkanin	33
4.7.1	Pevnost a tažnost pro směr osnovy	33
4.7.2	Pevnost a tažnost pro směr útku	34
4.7.3	Pevnost a tažnost pro diagonální směr	36

4.8	Celkové porovnání	37
4.9	Porovnání plátnové a panamové vazby	39
4.10	Modelové porovnání pevnosti a tažnosti	41
4.10.1	Porovnání modelové pevnosti a naměřené	41
4.10.2	Porovnání modelové tažnosti a naměřené	42
5	ZÁVĚR.....	44
6	LITERATURA	46
7	PŘÍLOHY	47

1 Úvod

Tkaniny se zhotovují na tkacích stavech, nebo tkacích strojích. Tkacími stavy se označují stroje, na nichž je útek zanášen mezi osnovní nitě tkalcovským člunkem. Stroje se zanášením útku jehlou, skřipcem, vzduchem nebo vodou se označují jako tkací stroje (též bezčlunkové tkací stroje).

Tkanina je plošný výrobek, který se skládá z dvou vzájemně kolmých soustav nití, provázaných podle požadované vazby. Podélná soustava nití se nazývá osnova a příčná soustava nití se nazývá útek.

Tato bakalářská práce se zabývá sledováním a vyhodnocováním vlivu dostavy útku na pevnost a tažnost tkaniny ve třech směrech, ve směru osnovy, útku a diagonálním směru. Pevnost a tažnost ve všech směrech pro jednotlivé vzorky byla experimentálně ověřena na vzorcích. Pro dosažení lepších výsledků měření bylo použito nenormovaného experimentu s neobdélníkovým vzorkem se zúžením uprostřed.

2 Teoretická část

2.1 Obecná charakteristika

Zhotovení tkanin je jednou z nejstarších výrobních činností lidstva. První doklady o textilní výrobě pocházejí z doby několik tisíc let před naším letopočtem.[1]

Tkanina je plošná textilie vytvořená ze dvou kolmých a vzájemně provázaných soustav nití. Podélná soustava nití se nazývá **osnova**. Příčná soustava nití **útek**. Každé překřížení osnovní útkové nitě se nazývá **vazný bod**. Pokud je osnovní nit nad útkovou, jedná se o **osnovní vazný bod**. Pokud je útková nit nad osnovní, jedná se o **útkový vazný bod**. Způsob vzájemného provázání osnovních a útkových nití nazýváme **vazba tkaniny**. Tkaniny se zhotovují na tkacích stavech, nebo tkacích strojích. Tkacími stavy se označují stroje, na nichž je útek zanášen mezi osnovní nitě tkalcovským člunkem. Stroje se zanášením útku jehlou, skřípcem, vzduchem nebo vodou se označují jako tkací stroje (též bezčlunkové tkací stroje). [1] Konstrukce tkaniny se obvykle definuje vazbou, materiálem, délkovou hustotou (dostavou) a číslem (délkovou hmotností) použité příze. Tyto údaje dohromady určují tzv. plošnou geometrii tkanin a definuje je desinátér. Velmi důležitá je tzv. prostorová geometrie (struktura tkaniny), která je ovlivněna typem a seřízením tkacího stroje. Vztahy mezi strukturou, tkacím procesem a výslednými vlastnostmi tkaniny jsou dosti složité. Výslednými vlastnostmi rozumíme např. poddajnost (omak), podélnou pružnost, vzhled výrobku, setkání nití, zaplnění, hmotnost tkaniny. [2]

2.1.1 Osnova a útek

Při výrobě tkanin se určuje řada základních údajů, které označujeme parametry tkanin, z nichž nejdůležitější jsou:

Dostava (osnovy a útku) - počet nití na 1 cm (ve směru osnovy a útku).

Materiál (druh a jemnost nití v osnově a útku).

Šířka tkaniny - rozměr ve směru útkových nití.

Délka tkaniny - rozměr ve směru osnovních nití.

Kraje tkaniny - zakončení tkaniny ve směru osnovy. Právě kraje jsou od vlastního středu tkaniny často odlišeny vazbou, barvou.

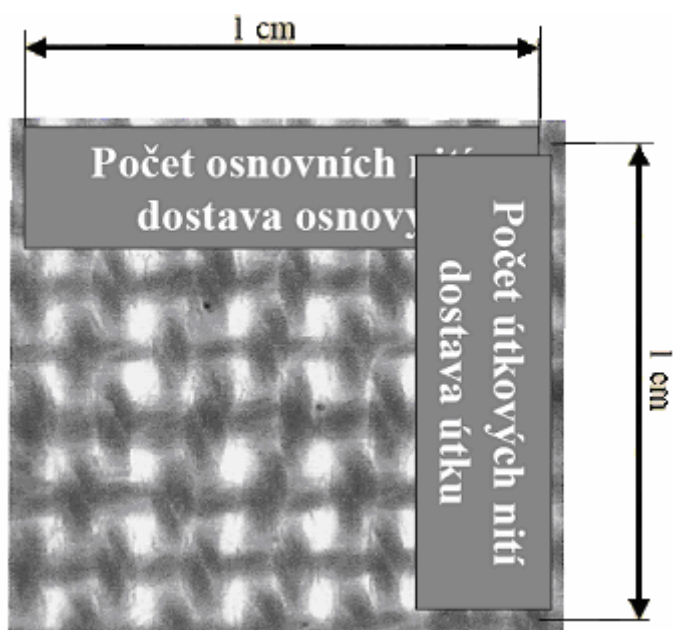
Líc tkaniny - lepší vzhled, menší nestejnomyěrnost nití, hladší povrch, výraznější vzor, často vyšší lesk aj.

Rub tkaniny - větší nestejnomyěrnosti, vyšší uvolnění nití, méně výrazný vzor apod.

Setkání osnovy (S_o) a útku (S_u) - rozdíl délky nitě před tkaním (L_{vo} , L_{vu}) a délky nitě ve tkanině (L_o , L_u). Vzájemným provázáním osnovních a útkových nití dojde ke zvlnění nití. Zvlněním dojde ke zkrácení nitě (rozměr tkaniny + setkání = potřebná délka nití). Udáváme setkání ve směru osnovy a setkání ve směru útku. Vyjadřujeme jej v procentech z rozměru tkaniny. Zahrnuje se do výpočtu spotřeby nití pro útek a osnovu tkaniny.

Střída vazby - je nejmenší část vazby tkaniny, která se pravidelně opakuje v celé ploše tkaniny. Velikost střidy je dána počtem osnovních a útkových vazných bodů. Značí se černou barvou.

Opakování po střídě - rozkreslení střidy vazby několikrát v obou směrech. Značí se opět červenou barvou. [2]



Obr. 1 : Dostava osnovy a útku

Dostava osnovy: do (n./1cm)
Do (n./10cm)

Dostava útku: du (n./1cm)
Du (n./10cm)

2.1.2 Setkání nití ve tkanině

Setkání vyjadřuje zkrácení osnovy či útku vlivem provázání nití ve tkanině po zatčení. Setkání je definováno zvlášť pro osnovu a zvlášť pro útek. Při vyjádření platí [11]:

$$s_o = \frac{L_o - L_{vztk}}{L_{vztk}} \times 10^2 \quad (1)$$

$$s_u = \frac{L_u - \check{S}_{vztk}}{\check{S}_{vztk}} \times 10^2 \quad (2)$$

s_o setkání osnovy [%]

s_u setkání útku [%]

L_o délka osnovní nitě vytažené z tkaniny [mm]

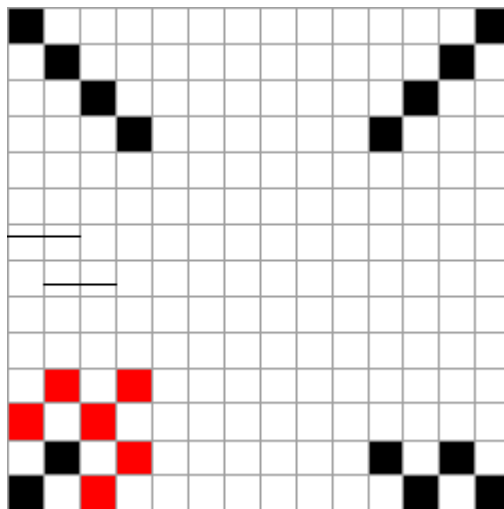
L_u délka útkové nitě vytažené z tkaniny [mm]

L_{vztk} délka vzorku tkaniny ve směru po osnově [mm]

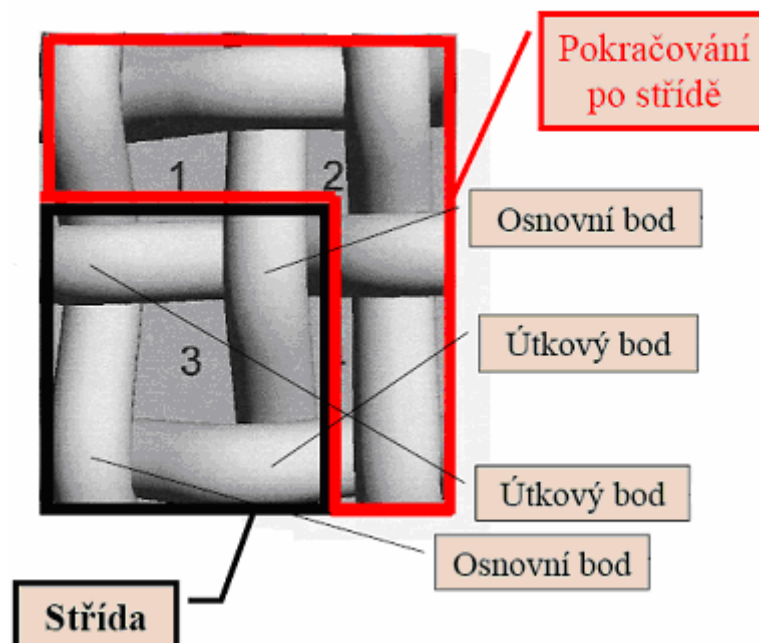
\check{S}_{vztk} šířka vzorku tkaniny ve směru po útku [mm]

Plátnová vazba

- základní provázání s nejmenší možnou střídou nití – střída 2x2 nitě
- nejhustější provázání s možností dosažení nejmenších dostav nití
- pro tkaní využití vačkového a listového prošlupního zařízení
- návod do listů hladký nebo rozsazený do 2, 4, 6, 8 listů
- návod do paprsku převážně hladký do dvou listů [4]



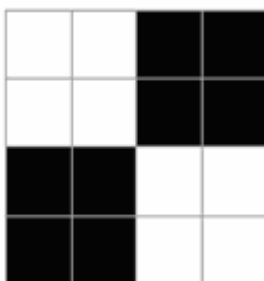
Obr. 2: Plátnová vazba vzornice [4]



Obr. 3: *Plátnová vazba*

Panama

- Panama patří mezi odvozené vazby od plátnové vazby
- rozšíření v obou směrech
- vzor ve tvaru čtverce [3]



Obr. 4: *Panama*

2.2 Popis struktury

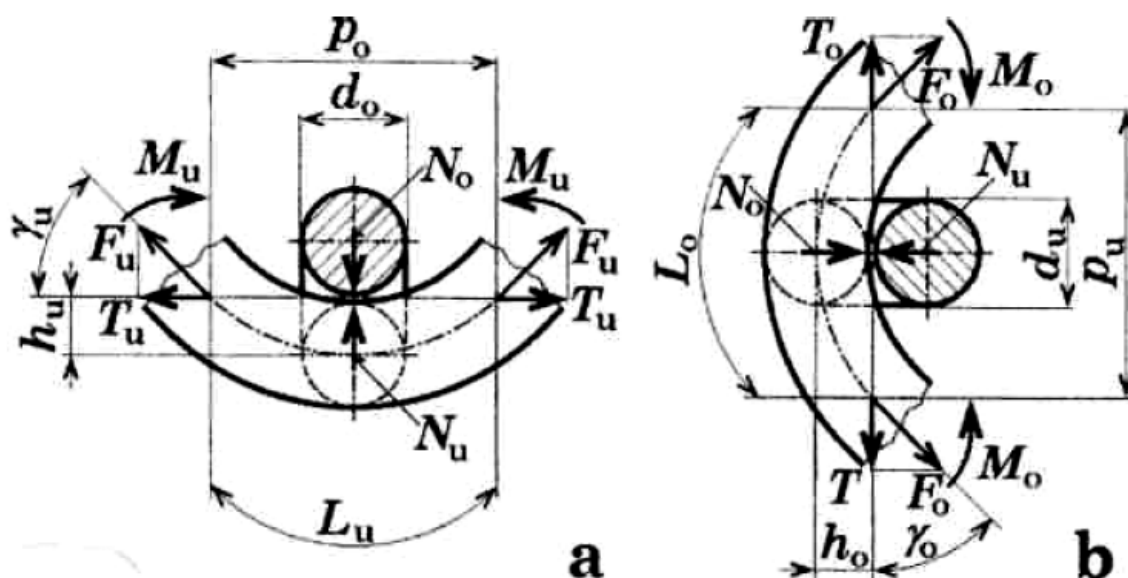
2.2.1 Struktura a vlastnosti textilie

Struktura může být především také jako struktura vztahová, která popisuje i relace mezi součástmi zkoumaného celku na různých úrovních. Vztahová struktura je tedy reprezentována především mechanickým kontaktem, tj. silovým působením mezi tělesy (normálové a tečné síly, momenty). Mezi těmito součástmi vzniká vnitřní tření. Tkanina je oproti pletenině tvarově stabilnější. Může se nacházet v různých stavech, lišících se i obsahem deformační energie a mající rozdílný sklon ke geometrickým

změnám. U tkaniny se zpravidla modeluje geometrie tzv. vazné vlny osy nitě ve strukturálním elementu.

2.2.2 Geometrické parametry struktury

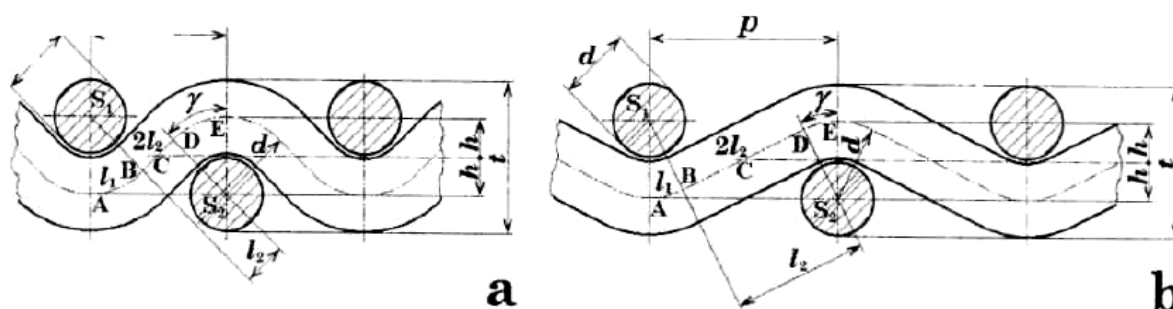
Ke vstupním (tj. nezávisle proměnným) parametrům patří především geometrické parametry související s nití (průměr d a délka l nitě ve strukturální jednotce. Pro tkaninu lze parametry popsat např. pomocí vektoru parametrů provázání, který má geometrickou a silovou část. Parametry jsou pro jeden vazební prvek plátnové vazby znázorněny na obr.5. Uveden je případ se stejnými průměry i roztečemi osnovních a útkových nití. Dále je předpokládána tzv. vyrovnaná tkanina, u které se tečné roviny dotýkají povrchu osnovních i útkových nití, a to na obou stranách textilie.



Obr. 5: Schéma vazného prvku (strukturální buňky) tkaniny.

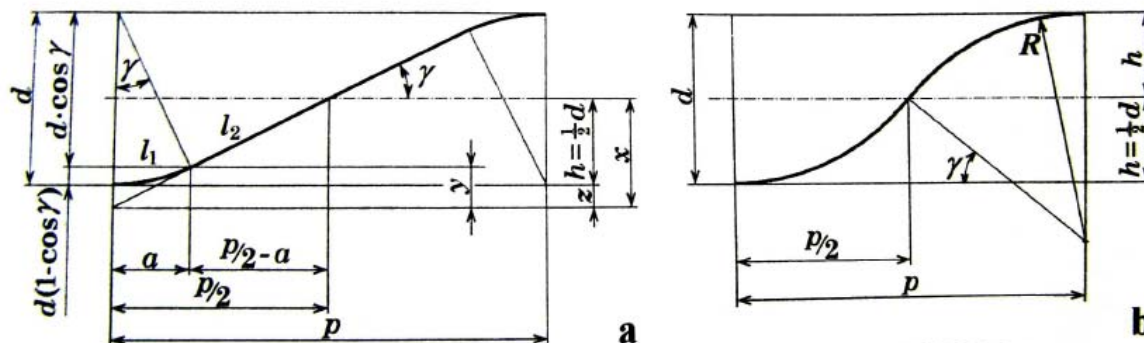
Na rozhraní sousedních prvků může na nitě obecně působit axiální tahová síla F , její složka do roviny tkaniny je označena T (tečná složka). V niti dále působí ohybový moment M , který ale na rozhraní sousedních prvků bude mít nulovou hodnotu (jedná se o inflexní bod s nulovou křivostí). V místě kontaktu obou provazujících nití působí normálová síla N , která je pro oba směry stejná, tj. $N_o = N_u$. Ve skutečnosti se ovšem jedná o výslednici napětí, působícího mezi útkovou a osnovní niti v tlakové plošce. [5]

2.2.3 Geometrický model struktury tkaniny oblouk - úsečka (Peirce)



Obr. 6: Geometrický model (Peirce).

Klasický jednoduchý model předpokládá, že průřez nitě je kruhový a tvar osy nitě ve vazném prvku je složen z kruhového oblouku a úsečky (pro osnovu i útek). Na obr.6 je nakreslen pro dvě různé dostavy (a větší, b menší) nití při stejném průměru nití osnovy a útku a při tzv. uspořádání ($p_o = p_u$). Úseky l_1, l_2 jsou ve vazném prvku (vlně) obsaženy dvakrát. Výška (amplituda) vazné vlny je h , úhel zvlnění γ . Budeme předpokládat čtvercovou vyrovnanou tkaninu ($p_o = p_u = p$, $d_o = d_u = d$, $h_o = h_u = h$), takže tloušťka tkaniny bude odpovídat dvojnásobku průměru nitě $t = 2d$. [5]



Obr. 7: Schéma osy nitě modelu oblouk – úsečka a oblouk – oblouk.

2.3 Deformační vlastnosti

2.3.1 Definice deformace

Deformace je definována jako změna původního tvaru. Obecně může být deformace materiálu buď vratná (elastická) nebo nevratná (plastická) – spojená s přeměnou mechanické energie na tepelnou. Ve větší či menší míře tedy zahrnuje následující tři typy deformačních jevů: elastické, viskózní a plastické. Platí

$$\varepsilon_{celk} = \varepsilon_{pl} + \varepsilon_{vis} + \varepsilon_{el} \quad (3)$$

- Elastická deformace (pružná) - je okamžitá, časově nezávislá, dokonale vratná.
- Plastická deformace (třecí) - je dokonale nevratná (trvalá, není funkcí času).
 - tření pevných těles(smykové tření).
- Viskózní deformace - je funkcí rychlosti (souvisí s třením tekutin).
- Viskoelastická deformace - časově zpožděná za podnětem
 - narůstá v průběhu doby zatížení a po odlehčení postupně mizí opět v časové závislosti. Je složená ze dvou současně probíhajících složek – viskózní (časově závislé) a elastické (časově nezávislé).

2.3.2 Deformace při namáhání tahem

Při tahovém namáhání tkaniny se uplatňuje více deformačních mechanismů: změna zvlnění, protažení nitě, deformace tvaru a plochy průřezu a změna úhlu mezi nitěmi. Míra jejich uplatnění a podílu na výsledné deformaci tkaniny závisí na vlastnostech nitě, počáteční struktuře tkaniny a na směru zatěžování. Tyto tři faktory přitom spolu souvisí. Řídce dostavená tkanina s malým zvlněním nití bude mít ve směru osnovy a útku nízkou tažnost, danou převážně tažností nití, zatímco v diagonálním směru se ve velké míře uplatní zkosení. U více hustě dostavené tkaniny se bude moci více uplatnit napřímení nití při osovém tahu, zatímco zkosení v šikmých směrech deformace bude omezováno tlakem sousedních nití. Jednotlivé deformační mechanismy se na deformaci tkaniny mohou podílet přímo, nebo nepřímo. Přímá funkce spočívá v tom, že příslušná změna struktury, např. napřímení nití, se projeví prodloužením tkaniny. Nepřímé působení umožňuje, aby se projevil jiný deformační mechanismus, tedy např. zvlnění příčné soustavy umožní napřímení nití orientovaných ve směru zatěžování. Z uvažovaných mechanismů deformace mohou mít přímou i nepřímou funkci všechny s výjimkou deformace průřezu; změna jeho plochy nebo tvaru je důležitým faktorem, nemůže však sama o sobě vést k protažení tkaniny (přímou funkci by měla např. při stlačování tkaniny působením normálové síly). Rovněž obě soustavy nití hrají odlišnou roli při deformaci tkaniny. Určující pro výslednou deformaci je zpravidla soustava méně skloněných nití, zatímco druhá soustava se přizpůsobuje tlaku vyvolanému ve vazných bodech deformací průřezů a zvětšením svého zvlnění, a tím nepřímo napomáhá většímu protažení tkaniny. [6]

2.3.2.1 Protážení nitě

Protážení nitě není podmíněno ostatními deformačními mechanismy, jeho velikost závisí na velikosti působící osově tahové síly, na materiálu a struktuře nitě. Závislost relativního protážení nitě ε_{rp} na působící osově síle F_{ax} lze získat na základě tahové pracovní křivky nitě. Nejjednodušší vyjádření závislosti $\varepsilon_{rp} = \varepsilon_{rp}(F_{ax})$ pomocí matematické funkce je lineární aproximace na základě znalosti tažnosti a pevnosti nitě. Tažnosti nitě ε_p odpovídá jejímu relativnímu protážení ε_{rp} v okamžiku přetrhu a je definován vztahem:

$$\varepsilon_p = \frac{l_p - l_0}{l_0}, \quad (4)$$

kde l_p je délka nitě při přetrhu a l_0 je původní délka nitě bez vloženého napětí. Pevnost nitě F_p je síla potřebná k přetržení nitě, tedy

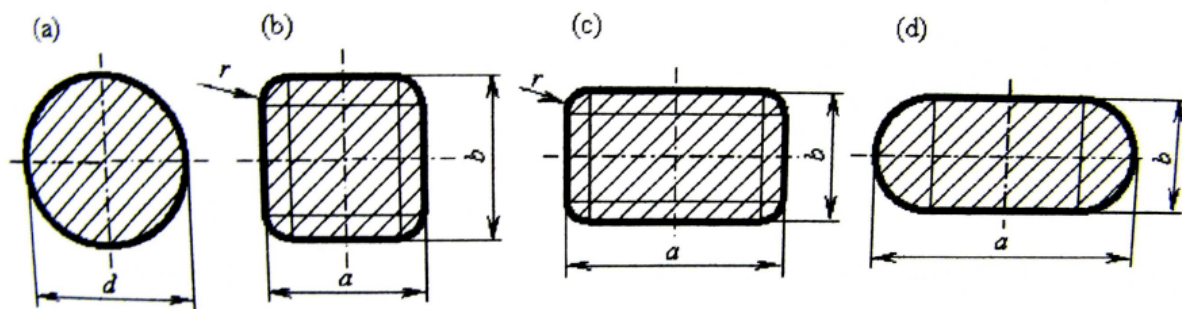
$$F_p = F_{ax}(\varepsilon_{rp} = \varepsilon_p). \quad (5)$$

Tahová křivka je vyjádřena pomocí lineární aproximace má tvar

$$F_{ax} = \frac{F_p}{\varepsilon_p} \cdot \varepsilon_{rp}. \quad (6)$$

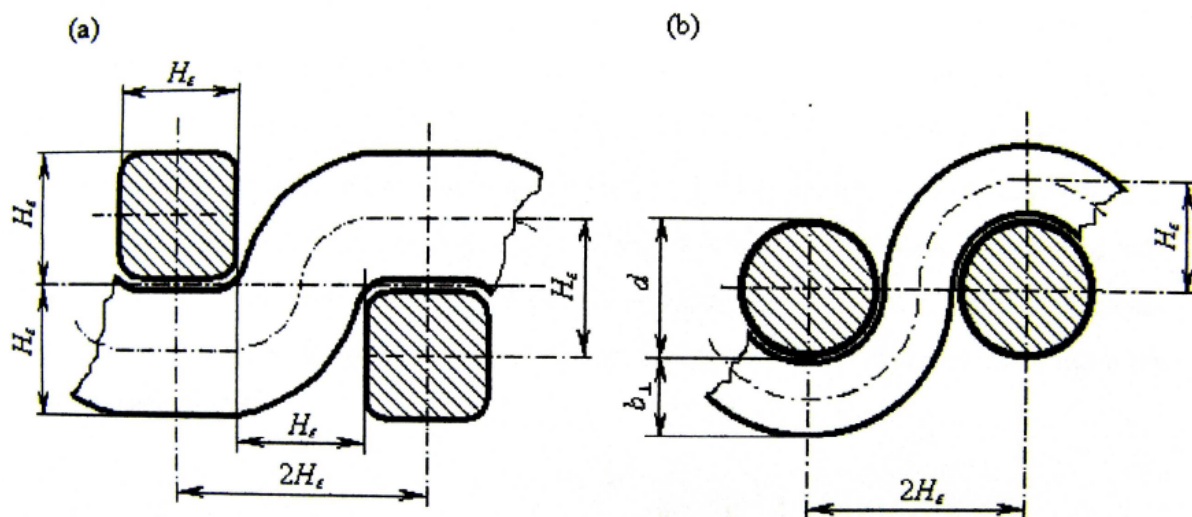
2.3.2.2 Deformace průřezu

Velikost a tvar průřezu nitě je limitujícím faktorem změny zvlnění a zkosení úhlu. Na deformovatelnosti průřezu tedy závisí i výsledné protážení tkaniny. Určení velikosti a tvaru průřezu v závislosti na směru namáhání může vycházet z Backerovy úvahy, že při namáhání v hlavních směrech dochází ke zhuštění nití, tedy ke zvýšení jejich zaplnění, a průřezy nití napínané soustavy přitom získávají kruhový tvar, zatímco průřezy příčných nití se zplošťují. Pro diagonální směr namáhání lze použít předpoklad, že průřezy nití zaujímají čtvercový tvar.



Obr. 8: Průřez nitě při deformaci tkaniny na mez tažnosti zaujímá různé tvary v závislosti na směru zatížení.

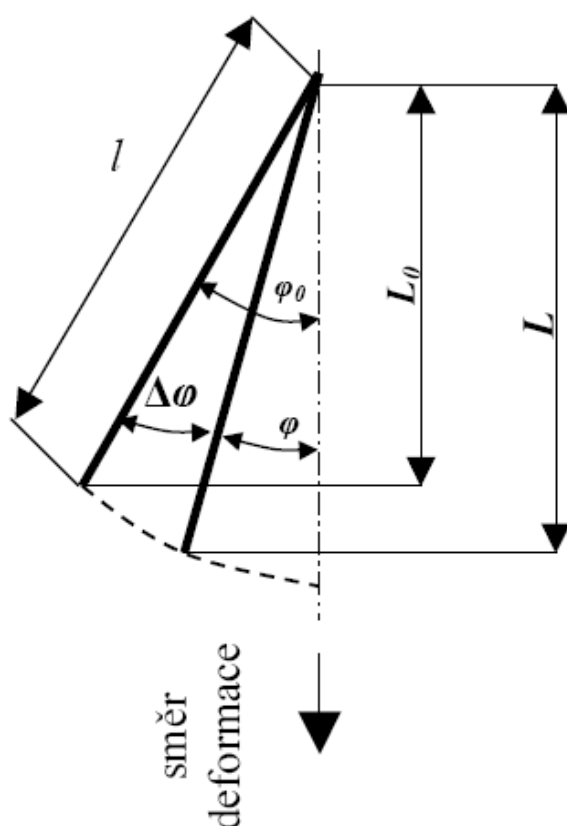
Pokud je nit orientovaná ve směru deformace tkaniny, je její průřez kruhový (obr.8a), při diagonální deformaci má tvar čtverce se zaoblenými rohy (obr.8b), tvar se pak mění přes obdélníkový (obr.8c) na zploštělý (obr.8d), který pak odpovídá namáhání kolmo k orientaci nitě. Při velké deformaci dochází ke změně tvaru průřezu nebo ke zploštění nití (pomocí přitlačné síly), tedy u hodně napínané příze se uvnitř posouvají vlákna po vlákněch a příze se nevratně prodlouží, tj. projev vnitřního tření. Malá deformace by měla být pružná, při níž ještě nemusí dojít k projevům vnitřního tření ve tkanině.



Obr. 9: Při diagonálním namáhání (obr.a) mají kolmé průřezy zhruba čtvercový tvar. Při namáhání ve směru osy (obr.b) se musí útek maximálně zvlnit, takže tvar jeho osy je složen z půloblouků. Vzdálenost os ve vazném bodě má v obou případech stejnou hodnotu H_e , rozteč odpovídá dvojnásobku vzdálenosti os.

2.3.2.3 Zkosení úhlu mezi osnovou a útkem

Ke zkosení úhlu dochází při tahovém namáhání v šikmých směrech a v počáteční fázi nemusí být doprovázeno výraznými změnami geometrie průřezů nebo os. V tom případě je odpor proti deformaci dán převážně působením třecích sil a lze tedy očekávat nízké hodnoty počátečního modulu. Při zkosení dochází ke zmenšování rozteče nití. Přiblížení os nití je omezeno deformovatelností průřezu a silně závisí na druhu tkalcovské vazby. Vazby s malým množstvím provazujících úseků umožňují větší přiblížení nití a tím i větší zkosení tkaniny.

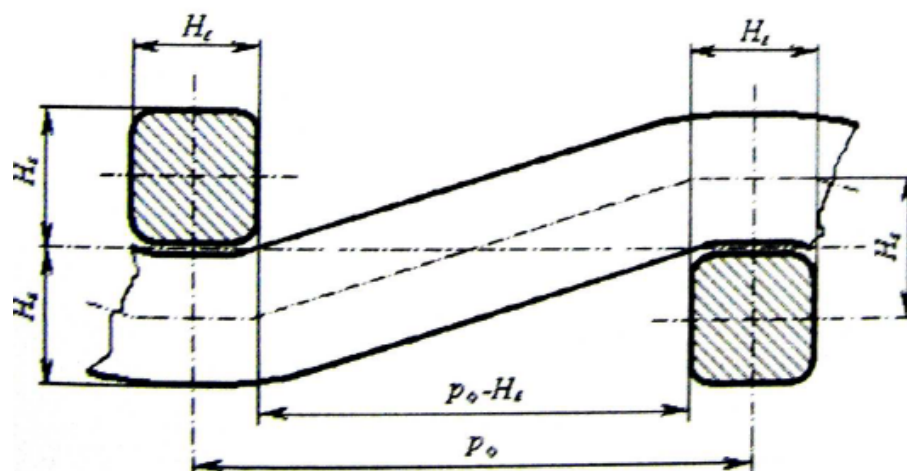


Obr. 10.: Změna úhlu mezi nití délky l a směrem deformace z hodnoty φ_0 na φ způsobí protažení tkaniny z hodnoty L_0 na L .

2.3.2.4 Změna zvlnění

Zvlnění je změna osy nitě, vyvolaná provázáním osnovy a útku a má obvykle periodický charakter. Délka nitě l_{nt} vložená ve tkanině je větší než odpovídající délka tkaniny l_{tk} , vztah těchto délek popisuje veličina setkání s , definovaná vztahem:

$$S = \frac{l_{nt} - l_{tk}}{l_{tk}} = \frac{l_{nt}}{l_{tk}} = -1 \quad (7)$$



Obr. 11: Čtvercová tkanina protažená na úroveň tažnosti při diagonálním namáhání.

Průřezy mají čtvercový tvar. Nítě jsou maximálně protažené a napříměné. Vzdálenost os H , odpovídá šířce i tloušťce nitě.

2.4 Pevnost a tažnost tkaniny

2.4.1 Hlavní zdroje deformace tkaniny

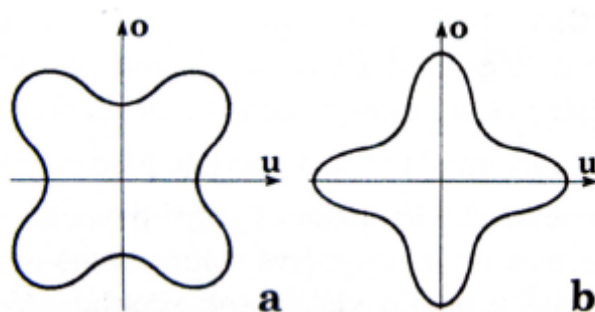
Tkaniny, pleteniny i netkané textilie jsou z hlediska tahové deformace výrazně anizotropní a mnohdy mají svoji typickou polární charakteristiku. Tkaniny jsou tažnější v diagonálním směru nežli ve směru osnovy nebo útku. Výsledky experimentů jsou ale zkreslené především proto, že při malé šířce trhaného vzorku jsou podmínky pro různé směry jiné. Pro diagonální směr vychází menší pevnost, nežli odpovídá počtu a pevnosti nití, což může mít za důsledek i změnu tažnosti. Při diagonálním namáhání tkaniny dochází dále k větší příčné kontrakci a tím k větší pravděpodobnosti přetrhu v místech koncentrace napětí v čelistech. Tažnost tak vlastně zjišťujeme při menším zatížení většiny plochy vzorku nežli při působení zatěžovací síly v hlavních směrech.

2.4.2 Směrová pevnost a tažnost tkaniny

Obecně je tažnost definována jako schopnost materiálu měnit svůj tvar vlivem vnějších zatěžujících sil ve směru jejich působení. Tažnost je dána prodloužením (protažením) vzorku zjištěném při přetržení a vyjádřené v procentech upínací délky.

Pevnost má dvě očekávaná maxima v podélném a příčném směru, ale často ještě blízko diagonály. [8]

Polární diagram tažnosti, počátečního modulu deformace a pevnosti popisuje anizotropii těchto vlastností, tj. jejich závislost na směru, obr. 12. Např. tažnost dvouosé tkaniny ve směru osnovy nebo útku bývá podstatně menší, nežli tažnost diagonální, při které dochází ke zkosení tkaniny (je namáhána i smykovým napětím, které změní úhel mezi osnovními a útkovými nitěmi). Polární diagram má v tomto případě podobu čtyřlístku obr. 12a.



Obr. 12: Polární. diagram tažnosti a počátečního modulu tkaniny

Naopak modul počáteční deformace (nazývaný modulem pružnosti) tj. koeficientu úměrnosti K ve vztahu $\sigma = K \cdot \varepsilon$ pro $\varepsilon \rightarrow 0$ (K obecně není konstanta) bude pro směr osnovy a útku větší, nežli pro směry ostatní, obr. 12b. [5]

2.4.3 Pevnost tkaniny

Pevnost je síla, potřebná k porušení textilie jednotkové šířky. Pevnost při namáhání ve směru osnovy nebo útku závisí především na pevnosti odpovídajících nití a na jejich hustotě - dostavě D_0 , D_u . Nebude ale odpovídat pouhému součtu pevností nití uložených ve směru namáhání.

K hlavním důvodům, vedoucím k neúplnému využití pevnosti nití ve tkanině patří:

- a) Nestejnoměrnost nitě** - pevností nitě F_N je myšlena pevnost průměrná, ve tkanině se ale může přetrhnout nejslabší místo - princip nejslabšího článku. Velký vliv na pevnost tkaniny má i tažnost nití a její nestejnoměrnost. Budou-li některé nitě méně tažné, dojde k jejich destrukci dříve.

b) Způsob namáhání nitě - při trhání plošné textilie je jiný, nežli při zjišťování pevnosti nitě.

c) Nestejnoměrnost struktury tkaniny - nitě s menším součinitelem provázanosti, tj. s menším setkáním, jsou relativně více protaženy a mohou se dříve přetrhnout. Nestejnoměrnost tkaniny může rovněž vést k nestejnoměrnému namáhání.

d) Lokální koncentrace napětí při experimentu, která se vyskytuje především v místě upnutí.

Pevnost příze nevyužívá stoprocentně pevnost vláken, při přetrhu příze dojde k porušení jen určitého podílu vláken. Ve tkanině se zvětší počet a velikost třecích sil mezi vlákny a jejich pevnost může být využita lépe. Vztah pro výpočet pevnosti má podobu

$$F_{p-o,u} = D_{o,u} \cdot F_N \cdot K_{VP} \quad (8)$$

Komplikovanější je stanovení pevnosti tehdy, když se na této vlastnosti podílí více soustav nití. Mohou to být nitě uložené v různých směrech, různě pevné a tažné nitě, nitě různě provázané apod. Dříve se přetrhnou nitě méně tažné a nitě, svírající se směrem deformace menší úhel.

2.4.4 Tažnost tkaniny

Za tažnost považujeme relativní prodloužení v okamžiku prvního porušení struktury, i když dosud neporušené součásti textilie mohou po další deformaci přenášet ještě třeba i několikrát větší napětí. Při modelovém stanovení tažnosti tkaniny ve směru osnovy nebo útku budeme předpokládat, že délka nedeformované nitě ve vazném prvku je l_o nebo l_u a rozteč nití p_o nebo p_u a dále, že se nit může protáhnout o hodnotu ε_n (relativní tažnost). Dále předpokládejme, že se nit při napínání tkaniny ve směru osnovy (útku) může zcela napřímít. Při namáhání tkaniny na mez pevnosti deformace průřezu nití zpravidla dovolí jejich napřímění. Reálná tkanina s nitěmi, jejichž pevnost, tažnost, průměr apod. kolísá, bude mít tažnost při přetržení menší, neboť se díky nestejnoměrnostem začne trhat dříve, nežli se všechny nitě prodlouží až na mez své tažnosti. Vazební prvek se prodlouží z hodnoty p_u na $l_o \cdot (1 + \varepsilon_n)$ pro napínání ve směru

osnovy a z hodnoty p_o na $l_u \cdot (1 + \varepsilon_n)$ pro deformaci ve směru útku. Pro stanovení tažnosti tkaniny tak získáme vztahy:

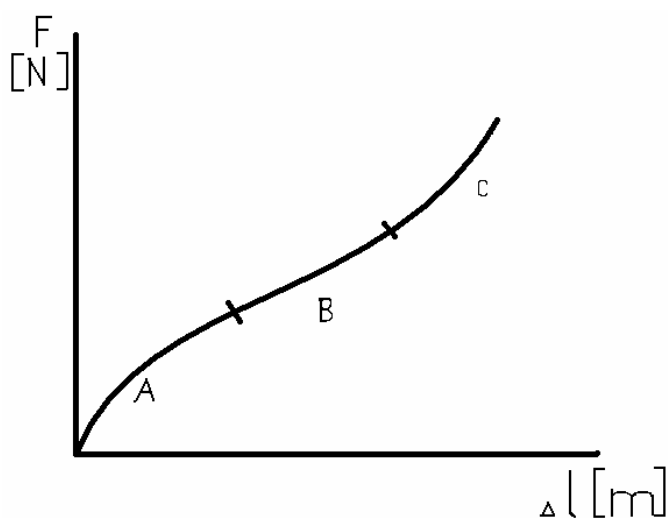
$$\varepsilon_o = \frac{l_o \cdot (1 + \varepsilon_n) - p_u}{p_u} = l_o \cdot (1 + \varepsilon_n) \cdot D_u - 1, \quad \varepsilon_u = \frac{l_u \cdot (1 + \varepsilon_n) - p_o}{p_o} = l_u \cdot (1 + \varepsilon_n) \cdot D_o - 1 \quad (9)$$

Poměr l_o/p_u nebo l_u/p_o lze snadno zjistit, pokud známe tzv. setkání tkaniny tj relativní zkrácení nitě jejím zvlněním po zatkání. S použitím našich parametrů je setkání ε_s definováno jako

$$\varepsilon_{so} = \frac{l_o - p_u}{p_u} \quad \text{a} \quad \varepsilon_{su} = \frac{l_u - p_o}{p_o} \quad (10)$$

Pevnost i tažnost za sucha a za mokra se od sebe mohou značně lišit. Příčinou je vliv vody na řadu vlastností většiny textilních vláken (pevnost, třecí vlastností, deformační vlastností, geometrie apod.). [7]

Tahová křivka má charakteristické tři sekce, které nejsou mezi sebou ostře ohraničeny, přechází jedna v druhou a mají u různých textilií různé reakce. Sekce A je výsledkem mezivláknenných třecích sil a to jak ve vazných bodech textilie, tak i v nitích, které jsou napřimovány a u kterých se teprve v sekci B vyskytuje větší přírůstek prodloužení. Zde nastává vyrovnání tvaru nití daného vazbou a v tomto silovém poli se tomu stavu přizpůsobují nitě druhé soustavy (kolmého směru). Sekce C je nástup vlastní pevnosti nití namáhané soustavy a to až k její mezi pevnosti v tahu. [9]



Graf 1: Znáznornění tahové křivky

3 Úvaha

Pevnost a tažnost plošných textilií patří mezi základní charakteristiky. Tahově deformační vlastnosti tkanin jsou podmíněny jednak tahově deformačními vlastnostmi použitých nití a také specifickou strukturou. U tkanin dochází v počátcích tahové deformace nejprve k vyrovnání navlněnosti nití, dále se pak uplatňuje tahová deformace nití. Pevností rozumíme maximální dosaženou sílu. Tažnost definujeme jako deformaci textilie v okamžiku její destrukce.

Podstatou zkoušení tažnosti a pevnosti jednotlivých vzorků je plynulé zatěžování textilie až do jejího přerušení, tj. do zjištění maximální tahové síly a jí odpovídajícího prodloužení. Tahově deformační vlastnosti tkaniny jsou ovlivněny mechanickými vlastnostmi nití, z nichž je tkanina vyrobena. Proto by měli být porovnány i hodnoty pevnosti a tažnosti nití použitých ve tkanině.

Pro modelové porovnání pevnosti jednotlivých nití ve tkanině a celkové tkaniny je nezbytné naměřenou pevnost jedné nitě přepočítat na šířku zkoušeného vzorku dle dostavy tkaniny a pevnost jedné nitě vynásobit počtem nití ve zkoušeném vzorku tkaniny.

Pro porovnání tažnosti modelové a tažnosti skutečné je třeba naměřit tažnost nití použitých ve tkaninách a dále přepočítat tažnost nití dle daného setkání podle dostav útku ve tkanině. Tažnost by potom měla v experimentu vyjít přibližně stejná s tažností jednotlivých nití dle daného setkání.

Deformace je změna tvaru tělesa způsobenou silovými účinky. Deformaci textilie lze chápat jako prodloužení při namáhání vzorku napínáním. Absolutní deformace se vyjadřuje v absolutních jednotkách Δl [mm]

$$\Delta l = l - l_0 \quad (11)$$

kde l – je konečná délka po natažení [mm]

l_0 – je počáteční (původní) délka vzorku [mm], zvaná upínací délka.

Tažnost bude ovlivněna dostavou útku díky provázání útkových a osnovních nití. S rostoucí dostavou roste i provázání ve tkanině a s tím se zvyšuje setkání ve

tkanině, to se projeví na měřené tažnosti jednotlivých vzorků. Vzorky s vyšší dostavou útku budou mít vyšší tažnost než vzorky s nižší dostavou útku.

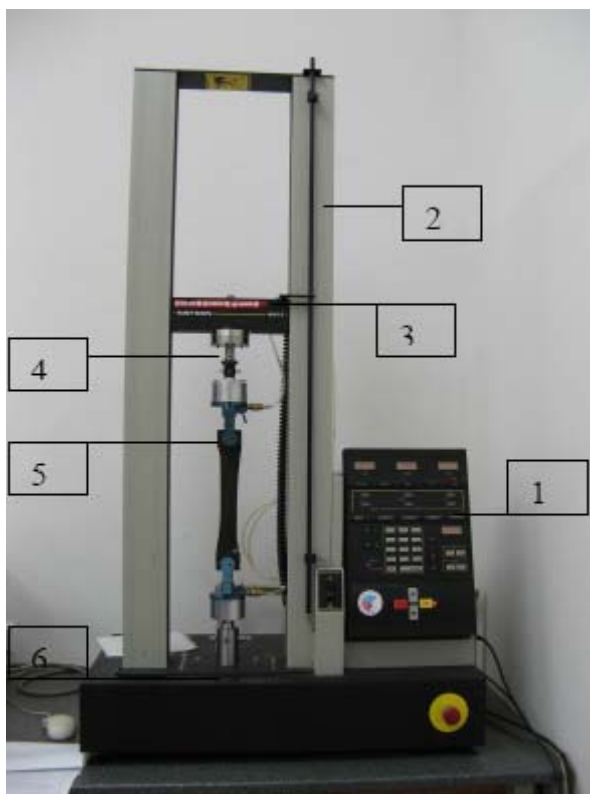
Pevnost bude ovlivněna dostavou útku v závislosti na směru měření vzorku např. pro směr osnovy, kdy vzorek bude mít ve všech vzorcích tkanin stejnou dostavu osnovy, se příliš neprojeví vliv dostavy útku a naměřená pevnost by měla být přibližně stejná. Měl by se projevit pouze drobný nárůst pevnosti s rostoucí dostavou vlivem třecích sil mezi vlákny v tkanině. Měření pevnosti u vzorku ve směru útku, nebo diagonály bude ovlivněno dostavou útku, čím vyšší dostava, tím více je nití na zkoušenou šířku vzorku a tím se bude měnit i jejich pevnost. Čím vyšší bude dostava v útku tím větší bude i pevnost vzorků.

4 Experiment

Potřebné údaje pro výpočty získáme z tahových zkoušek a záznamu tahové zkoušky (závislost síly působící na vzorek, na prodloužení vzorku při zkoušce) – pracovního diagramu.

4.1 Popis univerzálního přístroje Instron 4411

K měření pevnosti a tažnosti byl použit dynamometr INSTRON 4411 na obr.13, který umožňuje univerzální zkoušení textilií. Přístroj je určen k zjišťování mechanických vlastností délkových a plošných textilií. Lze realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem. Přístroj se skládá ze dvou hlavních částí, řídicí skříně (1) a zařízení pro zatěžování vzorků (2). Zatěžovací zařízení je tvořeno příčnickem (3), na kterém je nasazena snímací hlava (4) s horní upínací čelistí (5). Snímací hlava je v podstatě čidlem síly a délkových změn a je propojena s řídicí skříní. Kromě horní upínací čelisti je zde i dolní upínací čelist (6). Čelist musí být zvolena podle parametrů vzorku a požadované zkoušky. Zapsání a vyhodnocení deformačních vlastností provádí počítač připojený k přístroji.



Obr. 13: Univerzální zkušební přístroj Instron 4411.

4.2 Rozbor příze

- Příze (stejná v osnově i útku)
- Materiálové složení: POP-ba 35/65
- Jemnost příze: 29,73 tex
- Zákrut 637 m-1
- Pevnost 1,89 N
- Tažnost 7,4 %.

4.3 Zadané tkaniny rozdělené dle vazeb a dostav

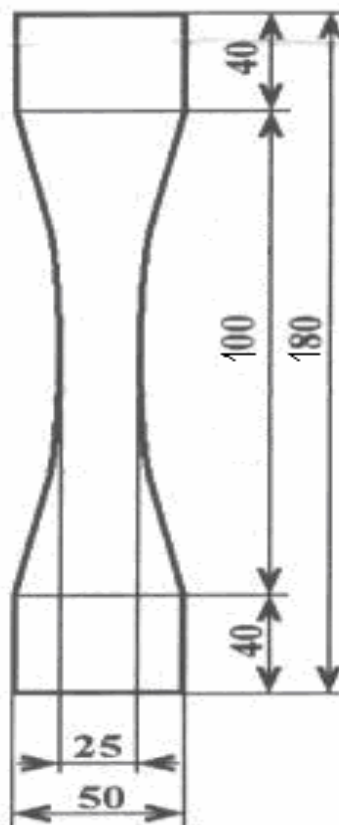
- | | |
|------------|---|
| - PLÁTNOVÁ | - Dostava vazby v osnově $Do = 2320 \text{ m}^{-1}$ |
| | - Dostava vazby v útku $Du = 920 \text{ m}^{-1}$ |
| - PLÁTNOVÁ | - Dostava vazby v osnově $Do = 2320 \text{ m}^{-1}$ |
| | - Dostava vazby v útku $Du = 1340 \text{ m}^{-1}$ |
| - PLÁTNOVÁ | - Dostava vazby v osnově $Do = 2320 \text{ m}^{-1}$ |
| | - Dostava vazby v útku $Du = 1900 \text{ m}^{-1}$ |
| - PLÁTNOVÁ | - Dostava vazby v osnově $Do = 2320 \text{ m}^{-1}$ |
| | - Dostava vazby v útku $Du = 2300 \text{ m}^{-1}$ |
| - PANAMA | - Dostava vazby v osnově $Do = 2320 \text{ m}^{-1}$ |
| | - Dostava vazby v útku $Du = 2040 \text{ m}^{-1}$ |

4.4 Nenormovaný vzorek

Pro snížení počtu přetrhů v čelistech a dosažení přesnějších výsledků měření byl použit nenormovaný vzorek se zúžením uprostřed na obr. 14.

Vzorek má upínací délku 100mm +40mm na každé straně pro upnutí do čelistí trhacího stroje.

Šířka vzorku je 50mm, ve zúženém místě 25mm. pro zmenšení počtu přetrhů v čelistech.



Obr. 14: *Tvar nenormovaného vzorku se zúžením uprostřed*

4.5 Postup měření

Pro experiment byly použity vzorky z pěti tkanin, čtyři tkaniny v plátňové vazbě a jedna tkanina v panamové vazbě. Byly vystřiženy nenormované vzorky o rozměrech viz. (obr. 14), stříhané ve směru osnovy pod úhlem 0° , útku pod úhlem 90° a v diagonále pod úhlem 45° , které se dále klimatizovaly (relaxovaly). Relaxovaný stav –tj. stav, kdy tkanina má minimální množství energie. Bylo vystřiženo 15 vzorků pro každý směr a každou z dostav tkanin.

Klimatizovaný vzorek se upevní do čelistí zkušebního přístroje s určitou upínací délkou a s nulovým předpětím. Přístroj se uvede do činnosti pomocí počítače, který snímá zatěžující sílu. Výstupem jsou tabulky neměřených hodnot, které je nezbytné upravit a zpracovat.

4.5.1 Nastavené podmínky pro trhací zkoušku na přístroji INSTRON 4411

- Upínací délka zkušební vzorku tkaniny je 100mm.
- Rychlost 60mm/min.
- Mez zátěže 0,05 kN
- Předpětí nebylo použito, aby bylo možné porovnávat naměřené výsledky pro různé směry.
- Upínání vzorků do čelistí trhačího stroje bylo prováděno se smirkovým papírem.

4.5.2 Upnutí vzorku do čelistí

Vzorky byly upínány do čelistí se smirkovým papírem, aby bylo zamezeno posuvu vzorku v čelistech.



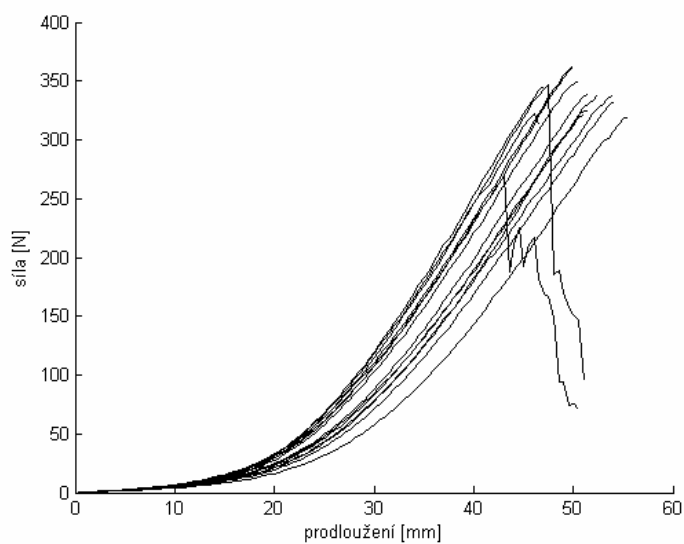
Obr. 15: *Znázornění upnutí pomocí smirkového papíru*

4.5.3 Příklad přetrhu v čelistech a jeho ovlivnění výsledných hodnot

Přetrh v čelistech obr. 16 může zásadně ovlivnit výsledek měření a výpočet průměrných hodnot měření viz měření č. 8. Přetrh se projevil nízkými naměřenými hodnotami a tím jsou i vypočítané průměrné hodnoty zkreslené viz. tab.1.

Vzorek	Prodloužení (mm)	Síla (N)
1	51,560	332,200
2	53,810	330,900
3	51,120	319,300
4	54,210	326,200
5	55,410	315,000
6	51,210	316,100
7	52,760	334,800
8	43,410	267,200
9	47,030	340,000
10	50,480	345,100
11	47,260	340,500
12	49,570	355,200
13	45,880	316,600
14	49,860	357,000
15	51,320	335,600
Průměr	50,330	328,800

Tabulka 1: Naměřené hodnoty pro tkaninu $D_u = 2300$, směr diagonály.



Graf 2 Přetřh v čelisti a jeho zobrazení v grafu.



Obr. 16: Přetřh v čelisti

4.5.4 Přetrh panamové vazby

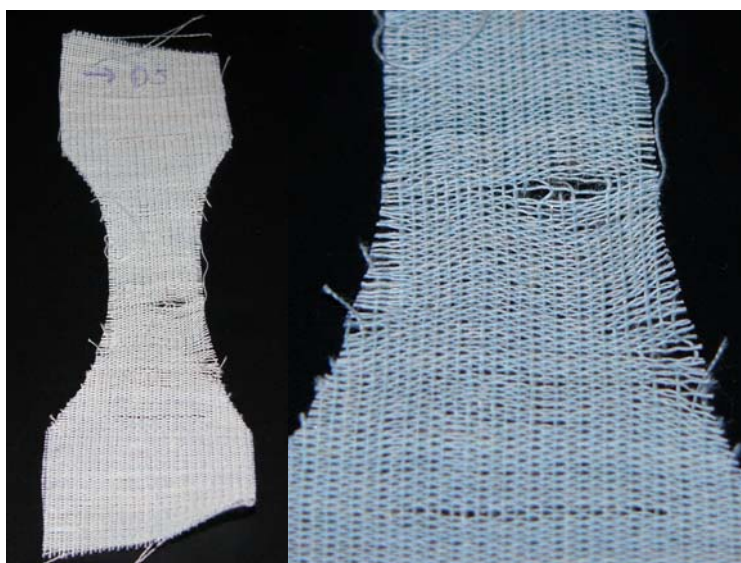
V případě provedení zkoušky na vzorcích panamy v diagonálním směru, nedocházelo k přetrhu, ale k posuvu jednotlivých nití, které vedlo až k rozpadu vazby vzorku na dvě části obr 17.



Obr. 17: *Přetrh panamové vazby.*

4.5.5 Vzorky s nízkou dostavou v útku

U vzorků s nízkou dostavou v útku $Du = 920 \text{ m}^{-1}$ docházelo pouze k částečnému přetrhu, při kterém byly přetrženy pouze některé nitě ve tkanině. Z přetržení pouze některých nití lze usoudit ve kterých místech se tkanina začne trhat obr.18.



Obr. 18 *Přetrh vzorků s nízkou dostavou útku*

4.5.6 Vyhodnocení

Potřebné údaje pro zpracování výsledků získáme z tahových zkoušek a záznamů tahové zkoušky (závislost síly působící na vzorek, na prodloužení vzorku při zkoušce) – pracovního diagramu.

Při zpracování naměřených dat byly použity tyto vzorce:

Aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (12)$$

Rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (13)$$

Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2} \quad (14)$$

Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (15)$$

4.6 Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení jednotlivých tkanin dle dostavy útku a jednotlivých směrů (osnovy, útku a diagonálního směru)

V tab. 2 je vyhodnocení směrodatných odchylek a variačních koeficientů pro pevnost tkanin.

Hodnoty směrodatných odchylek a var. Koeficientů pro tažnost tkanin					
Směr	Vazba tkaniny	Dostavy útku	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
Osnova	Plátno	2300	19,92	0,67	3,36
		1900	18,65	0,85	4,56
		1340	17,41	0,53	3,02
		920	13,99	0,66	4,72
	Panama	2040	9,32	0,51	5,42
Útek	Plátno	2300	20,52	0,41	2,02
		1900	17,44	0,43	2,46
		1340	15,97	0,65	4,06
		920	14,97	0,67	4,50
	Panama	2040	20,40	0,86	4,22
Diagonála	Plátno	2300	50,33	3,29	6,54
		1900	49,32	1,95	3,96
		1340	47,11	2,10	4,46
		920	35,93	2,52	7,01
	Panama	2040	26,19	1,58	6,04

Tabulka 2: Směrodatné odchylky a var. koeficient pro tažnost tkanin

Hodnoty směrodatných odchylek a var. Koeficientů pro pevnost tkanin					
Směr	Vazba tkaniny	Dostavy útku	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
Osnova	Plátno	2300	310,60	14,40	4,64
		1900	312,40	13,10	4,19
		1340	300,50	14,50	4,84
		920	329,30	11,10	3,39
	Panama	2040	353,70	15,40	4,36
Útek	Plátno	2300	305,10	17,10	5,62
		1900	269,90	11,60	4,31
		1340	205,80	11,90	5,79
		920	122,40	4,04	3,30
	Panama	2040	274,70	15,00	5,45
Diagonála	Plátno	2300	328,80	21,60	6,56
		1900	260,60	19,60	7,53
		1340	195,00	10,40	5,35
		920	76,40	5,50	7,19
	Panama	2040	25,24	3,80	15,05

Tabulka 3: Směrodatné odchylky a var. koeficient pro pevnost tkanin

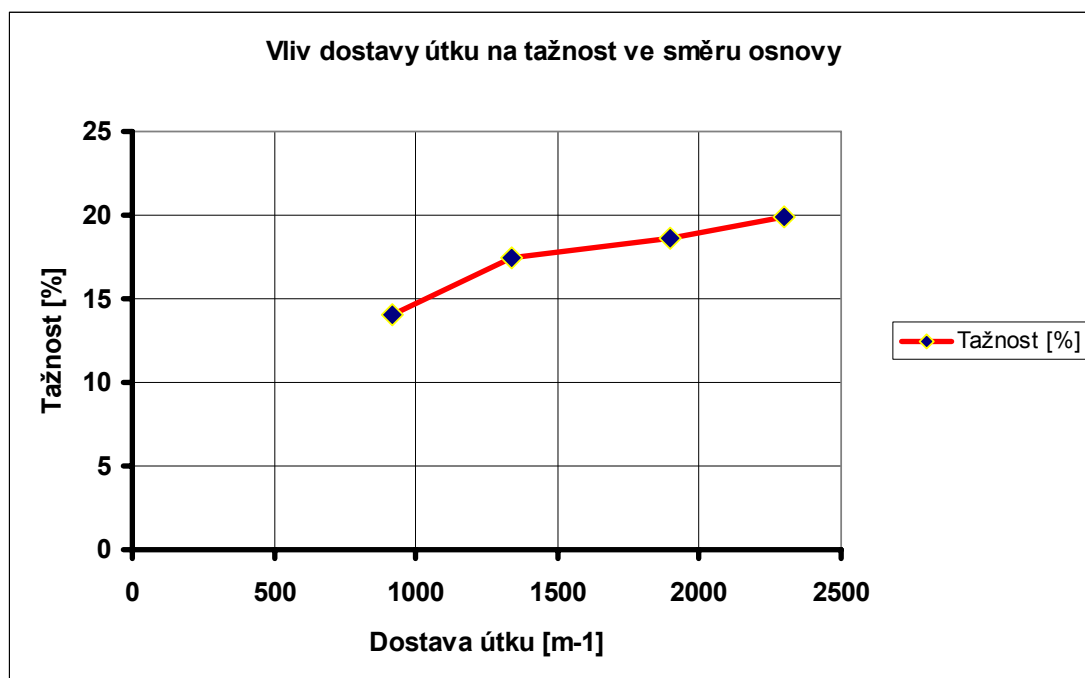
4.7 Pevnosti a tažnosti tkanin

4.7.1 Pevnost a tažnost pro směr osnovy

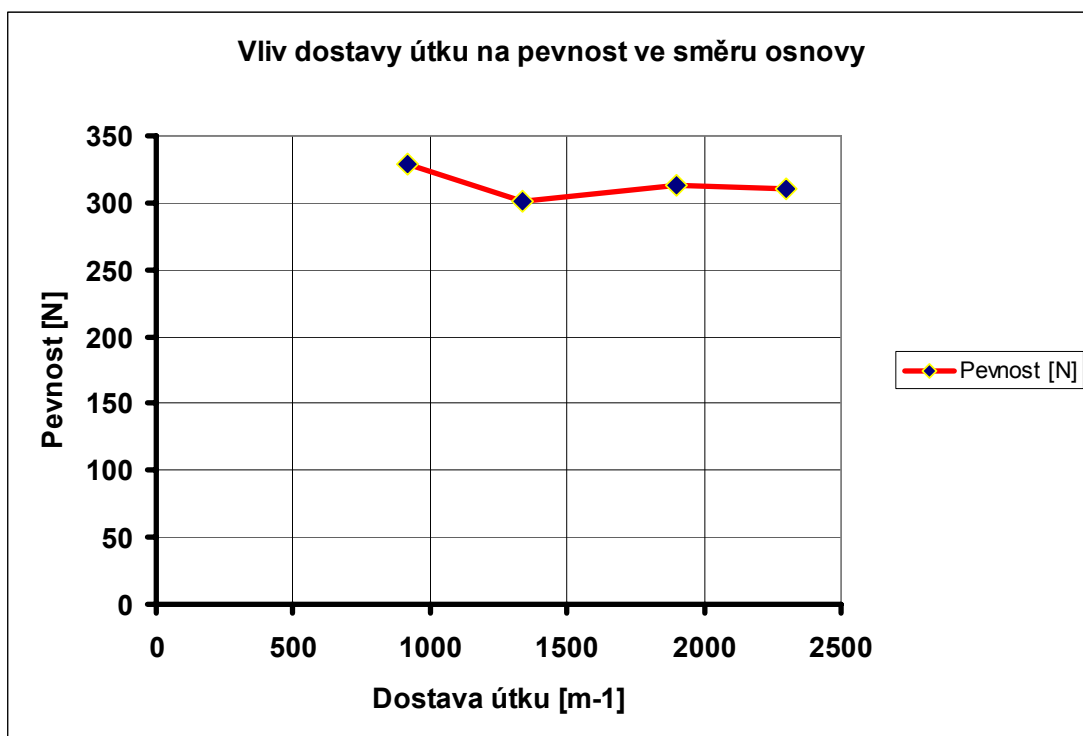
Tabulky maximálních průměrných hodnot prodloužení a síly do porušení materiálu, pro porovnání pevnosti a tažnosti jednotlivých materiálů s různou dostavou v útku.

	Průměrné hodnoty ve směru osnovy pro plátňovou vazbu	
Du	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 m-1	19,9	310,6
1900 m-1	18,6	312,4
1340 m-1	17,4	300,5
920 m-1	13,9	329,3

Tabulka 4: Průměrné hodnoty maximálního prodloužení a pevnosti ve směru osnovy



Graf 3: Tažnost ve směru osnovy

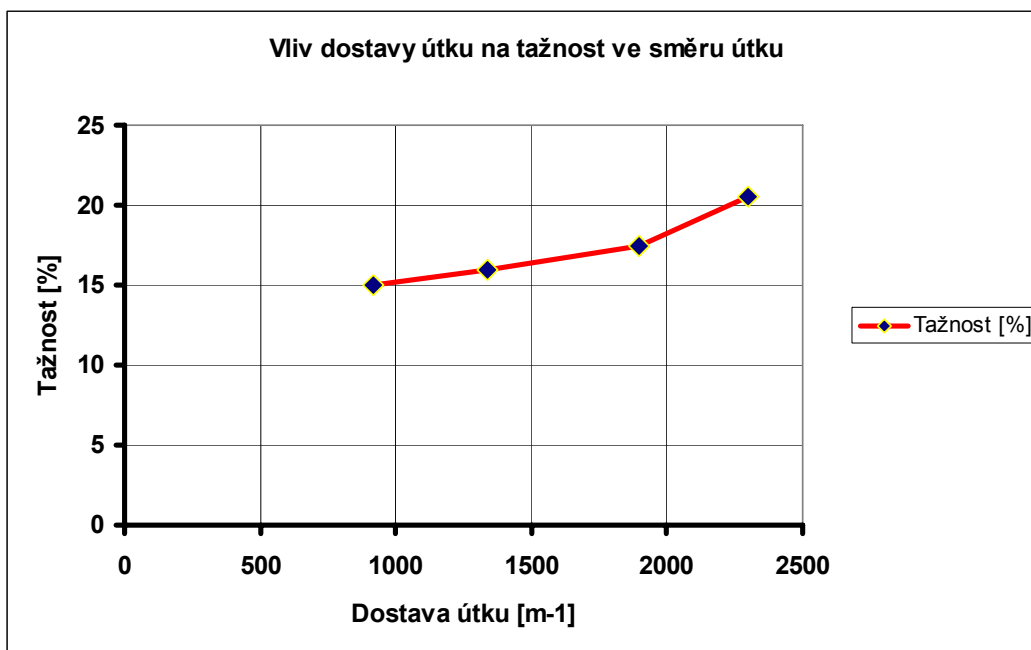


Graf 4: *Pevnost ve směru osnovy*

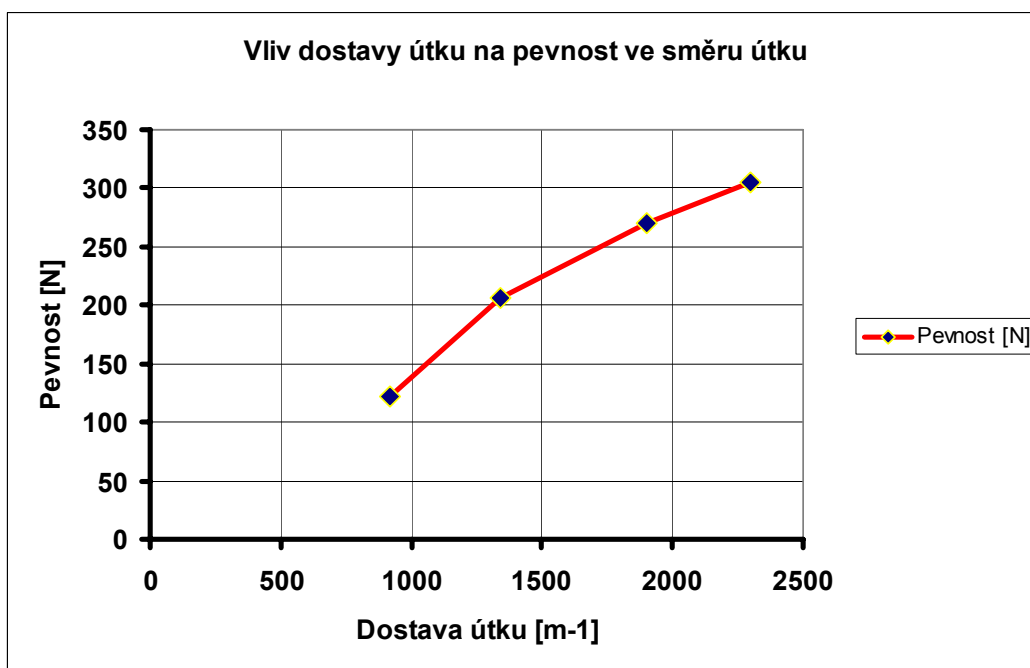
4.7.2 Pevnost a tažnost pro směr útku

Průměrné hodnoty ve směru útku pro plátňovou vazbu		
Du=	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 m-1	20,5	305,1
1900 m-1	17,4	269,9
1340 m-1	15,9	205,8
920 m-1	14,9	122,4

Tabulka 5 *Průměrné hodnoty maximálního prodloužení a pevnosti ve směru útku*



Graf 5: *Tažnost ve směru útku*

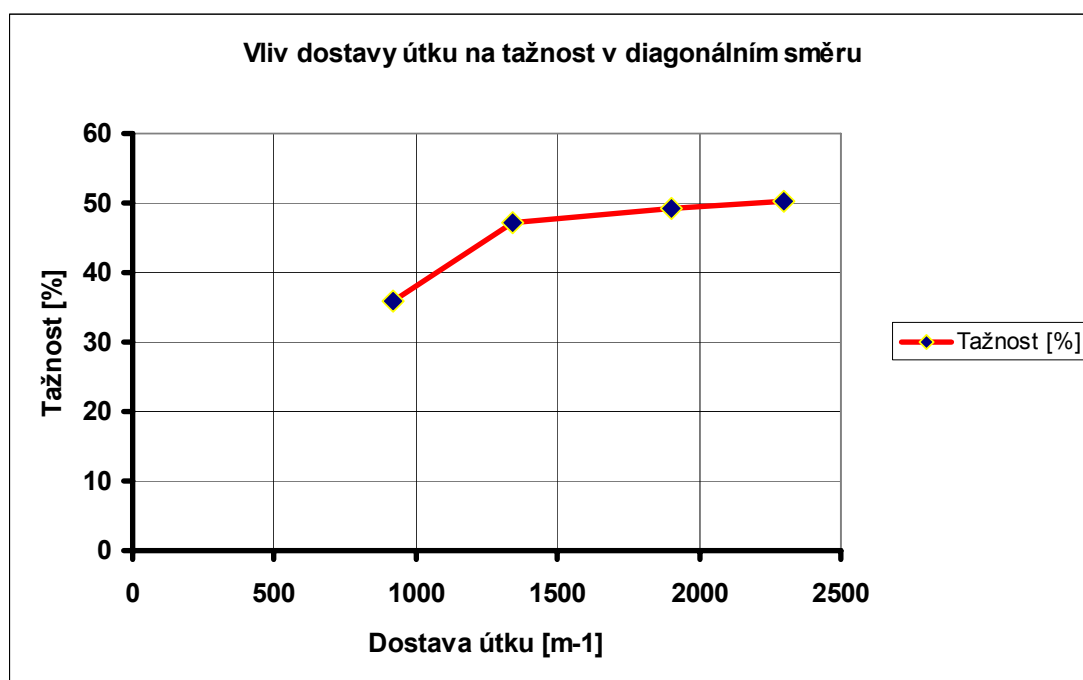


Graf 6: *Pevnost ve směru útku*

4.7.3 Pevnost a tažnost pro diagonální směr

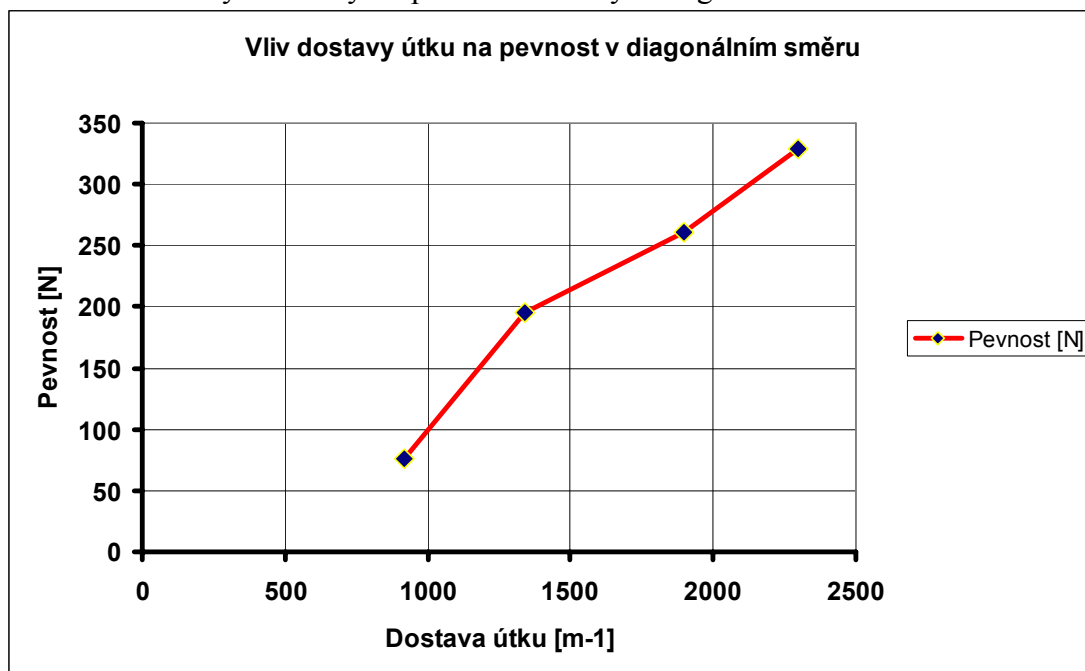
	Průměrné hodnoty v diagonálním směru pro plátňovou vazbu	
Du=	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 m-1	50,3	328,8
1900 m-1	49,3	260,6
1340 m-1	47,1	195,0
920 m-1	35,9	76,4

Tabulka 6 Průměrné hodnoty maximálního prodloužení a pevnosti v diagonálním směru



Graf 7: Tažnost v diagonálním směru

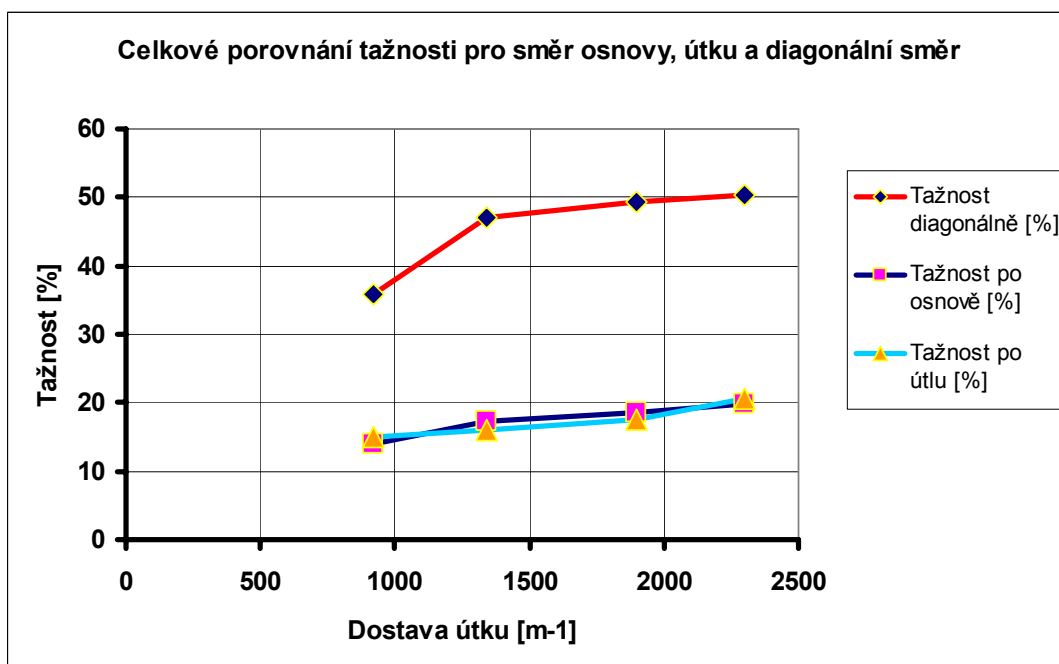
Průměrné hodnoty max. síly do porušení tkaniny v diagonálním směru



Graf 8: *Pevnost v diagonálním směru*

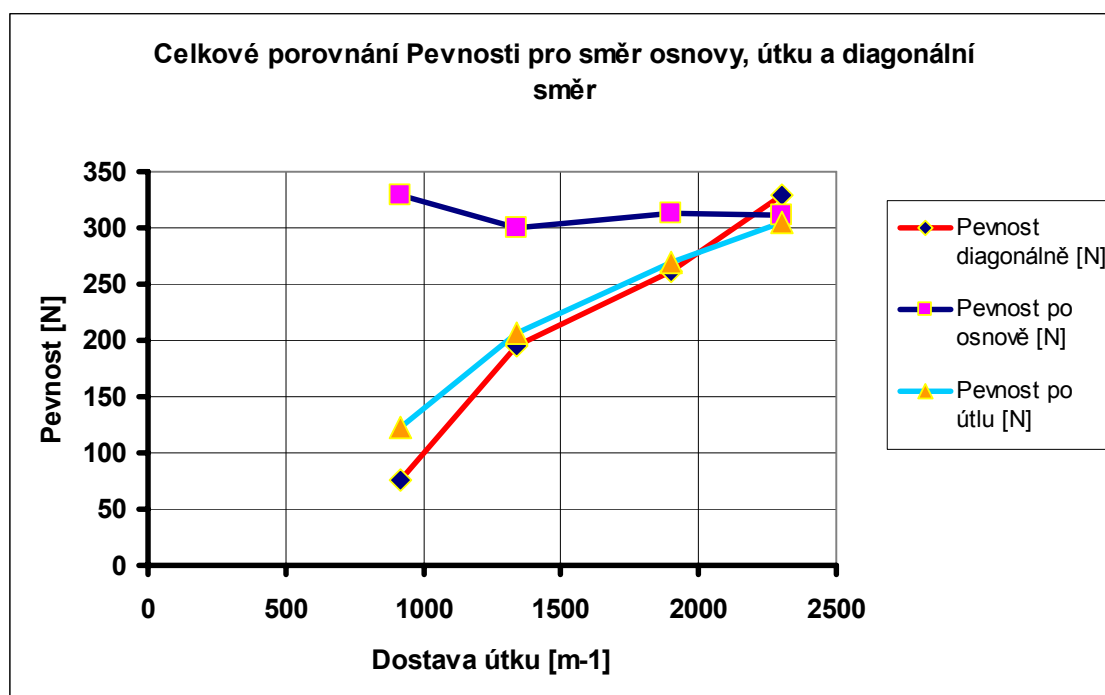
4.8 Celkové porovnání

Celkové porovnání tažnosti (graf 9) a pevnosti (graf 10) pro směr osnovy, útku a diagonály.



Graf 9: *Celková tažnost pro směr osnovy, útku a diagonály.*

Největší tažnost je naměřena pro tkaninu s největší dostavou útku, to je způsobeno největším setkáním ve tkanině. V diagonálním směru je tažnost podstatně větší, než pro směr osnovy a útku. U diagonálního směru dochází nejprve k vyrovnání nití do roviny namáhání a proto je zaznamenán velký přírůstek tažnosti oproti jiným směrům namáhání.



Graf 10: Celková pevnost pro směr osnovy, útku a diagonály.

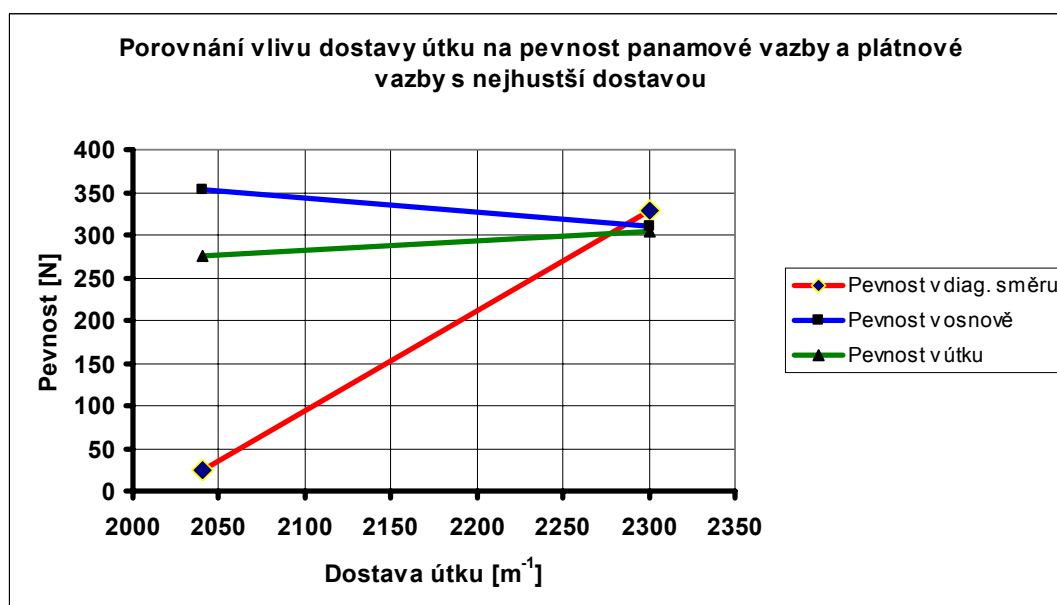
Největší pevnost je naměřena pro tkaninu s největší dostavou útku pro všechny tři směry, to je způsobeno největším množstvím nití v místě přetrhu u tkanin s vyšší dostavou (čím větší dostava tkaniny, tím větší je naměřená pevnost). Ve směru osnovy je pevnost přibližně stejná pro všechny hodnoty dostav útku. U směru osnovy, kdy je postupně zatěžovány pouze osnova se příliš neprojevil vliv vnitřního tření mezi vlákny tkaniny. Na pevnost tkaniny ve směru osnovy nemá dostava útku příliš velký vliv.

4.9 Porovnání plátňové a panamové vazby

Porovnání naměřených hodnot (tabulka 7) a grafické vyhodnocení pevnosti (graf 11) a tažnosti (graf 12) panamové vazby s vazbou plátňovou s největší dostavou, která se nejvíce svou dostavou blížila panamové vazbě.

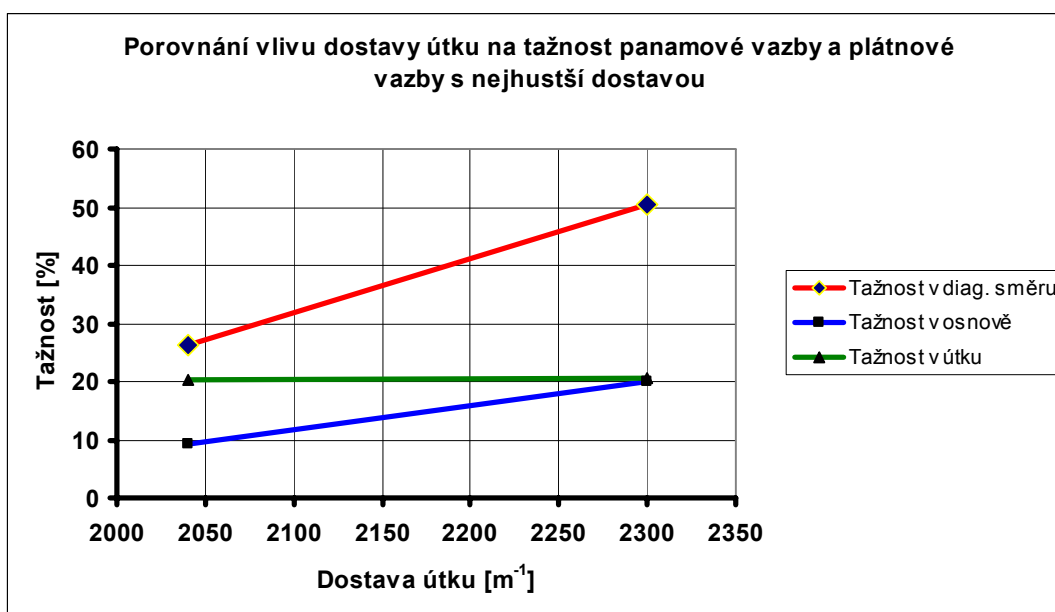
Du	Průměrné hodnoty v diagonálním směru	
	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 (Plátno)	50,3	328,8
2040 (Panama)	26,2	25,2
	Průměrné hodnoty ve směru osnovy	
	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 (Plátno)	19,9	310,6
2040 (Panama)	9,3	353,7
	Průměrné hodnoty ve směru útku	
	Maximální prodloužení [mm]	Maximální síla F [N]
2300 (Plátno)	20,5	305,1
2040 (Panama)	20,4	274,7

Tabulka 7: Průměrné hodnoty maximálního prodloužení a pevnosti vazby panamy a plátna pro směr osnovy, útku a diagonály.



Graf 11: Pevnost porovnávaných vazeb

Při porovnávání pevnosti panamové vazby a vazby plátňové s nejvyšší dostavou útku $Dú = 2300$ nití/m je patrna především nižší pevnost pro směr diagonály u panamové vazby. To může být zapříčiněno menším provázáním útkových a osnovních nití. U panamové vazby bylo méně vazných bodů, nedošlo k takovému zhuštění materiálu uprostřed tkaniny, tím nedošlo k tak velkému tření mezi vlákny tkaniny jako např. u plátňové vazby.



Graf 12: *Tažnost porovnávaných vazeb*

Při porovnávání tažnosti panamové vazby a vazby plátňové s nejvyšší dostavou útku $Dú = 2300$ nití/m je patrna především vysoká tažnost pro směr diagonály u obou vazeb. Pro plátňovou vazbu je větší procentuální nárůst tažnosti ve směru diagonály oproti směru osnovy a útku, u panamové vazby je tento nárůst menší oproti směru osnovy a útku. To může být zapříčiněno menším provázáním útkových a osnovních nití. U panamové vazby je menší setkání tkaniny proto má nižší hodnoty výsledné tažnosti.

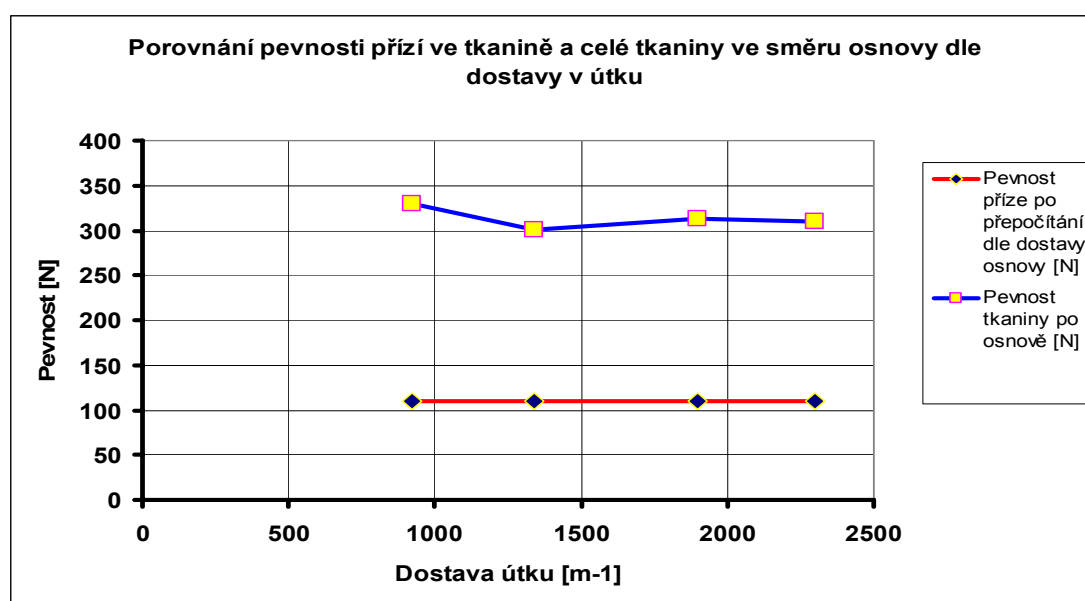
4.10 Modelové porovnání pevnosti a tažnosti

4.10.1 Porovnání modelové pevnosti a naměřené

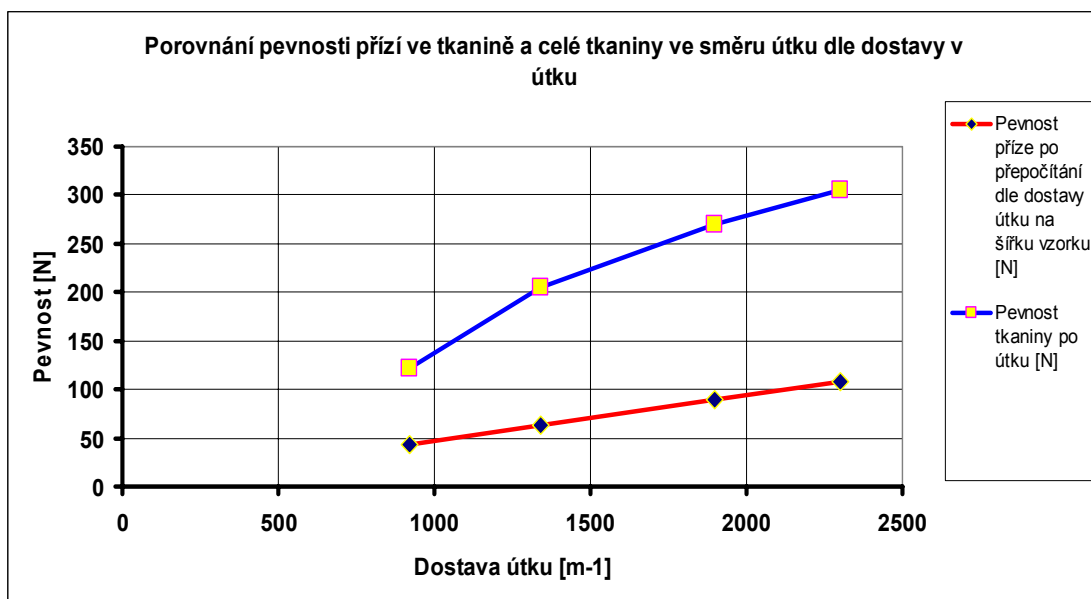
Modelové, vypočítané hodnoty pevnosti tkanin (tab. 8) jsou porovnávány s hodnotami naměřené pevnosti jednotlivých tkanin, dle dostav útku pro směr namáhání po osnově (graf 13) a útku (graf 14).

Dostava útku [m ⁻¹]	Modelová pevnost příze po přepočítání dle dostavy osnovy na šířku vzorku [N]	Pevnost tkaniny po osnově [N]
2300	110,6	310,600
1900	110,6	312,400
1340	110,6	300,500
920	110,6	329,300
Dostava útku [m ⁻¹]	Modelová pevnost příze po přepočítání dle dostavy útku na šířku vzorku [N]	Pevnost tkaniny po útku [N]
2300	108,7	305,100
1900	89,8	269,900
1340	63,3	205,800
920	43,5	122,400
920	43,5	122,400

Tabulka 8 Vyhodnocení pevnosti příze ve tkanině a celé tkaniny ve směru namáhání po osnově a útku dle dostavy v útku.



Graf 13: Modelové porovnání pevnosti ve směru namáhání po osnově



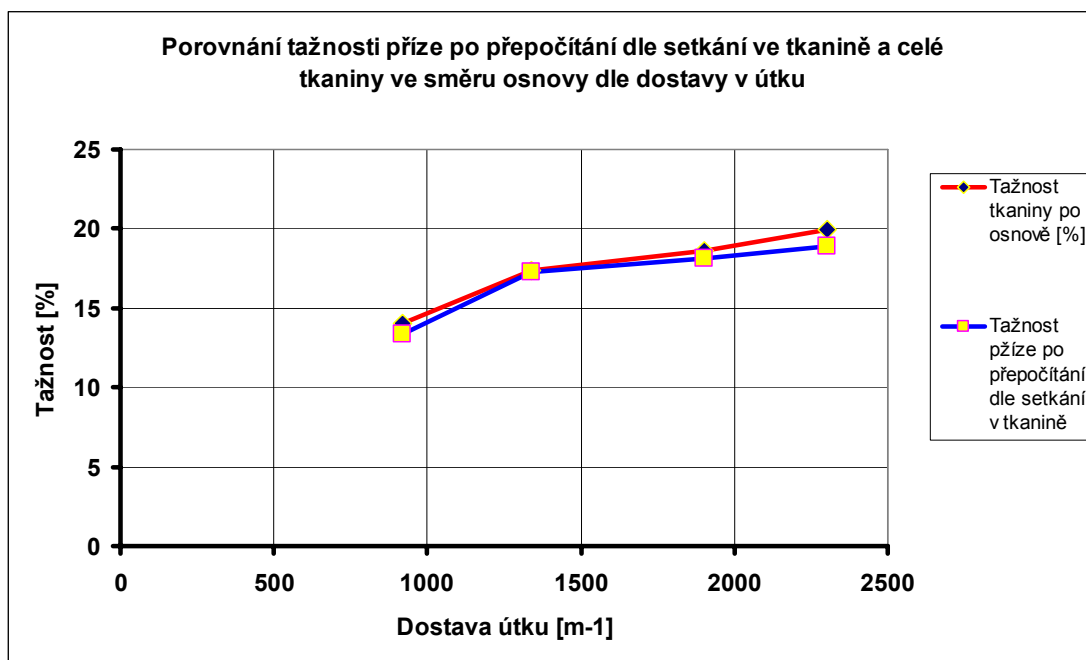
Graf 14: Modelové porovnání pevnosti ve směru namáhání po útku

4.10.2 Porovnání modelové tažnosti a naměřené

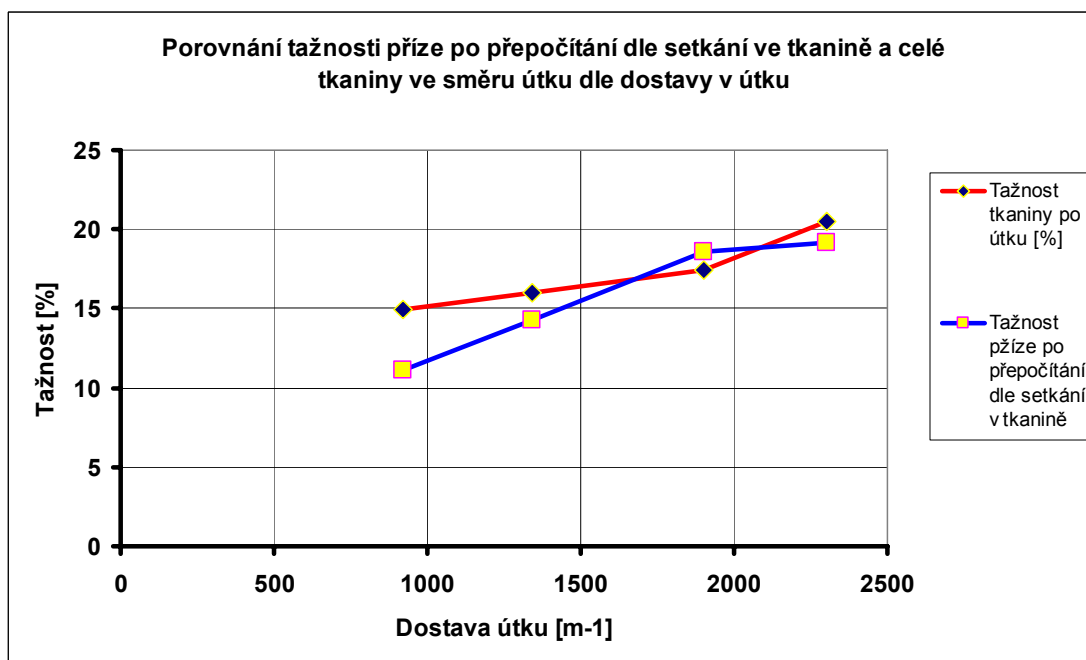
Modelové, vypočítané hodnoty tažnosti tkanin přepočítané dle setkání ve tkaninách (tab. 9) jsou porovnávány s hodnotami naměřené .ažnosti jednotlivých tkanin, dle dostav útku pro směr namáhání po osnově (graf 15) a útku (graf 16).

Modelové porovnání tažnosti po přepočítání nití dle setkání ve tkanině a hodnot tažnosti naměřených přímo na tkanině		
Modelové porovnání tažnosti pro směr osnovy		
Dostavy útku	Tažnost tkaniny po osnově [%]	Modelová tažnost příze po přepočítání [%]
2300	19,9	18,9
1900	18,7	18,1
1340	17,4	17,3
920	14,0	13,4
Modelové porovnání tažnosti pro směr osnovy		
Dostavy útku	Tažnost tkaniny po útku	Modelová tažnost příze po přepočítání [%]
2300	20,5	19,2
1900	17,4	18,6
1340	16,0	14,3
920	15,0	11,1

Tabulka 9 Vyhodnocení tažnosti přízí ve tkanině a celé tkaniny ve směru namáhání po osnově a útku dle dostavy v útku.



Graf 15 Modelové porovnání tažnosti ve směru namáhání po osnově.



Graf 16 Modelové porovnání tažnosti ve směru namáhání po útku.

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo posouzení vlivu dostavy útku na pevnost a tažnost tkanin.

Experiment byl prováděn pomocí dynamometru INSTRON 4411. Tkaniny jsem porovnával ve směru osnovy (0°), útku (90°) a směru diagonály (45°).

K experimentu byly zvoleny čtyři tkaniny v plátnové vazbě s různou dostavou v útku a jedna panamová vazba.

Tažnost

Měřením tažnosti na vzorcích tkanin s různou dostavou byla zjištěna závislost tažnosti na dostavě útku. Čím větší je dostava útku ve tkanině, tím větší je i tažnost tkaniny. Tuto závislost lze odůvodnit větším zvlněním nití ve tkanině, tzv. setkáním tkaniny. To se projeví při protažení vzorku, kdy se nitě napřimují a při větším zvlnění toto napřimění odpovídá většímu prodloužení tkaniny.

Vliv dostavy útku ve tkanině na její tažnost byl různý pro směr osnovy (0°), útku (90°) a směru diagonály (45°). Tkanina plátnové vazby s největší dostavou útku 2300 nití/m má pro směr osnovy (0°) o 6 % větší tažnost, než tkanina s nejmenší dostavou útku 920 nití/m. Pro směr útku (9°) byl zjištěn rozdíl 5,6 % a pro směr diagonály (45°) 14,4 %. Výsledkem je tedy narůstající tažnost s rostoucí dostavou v útku. Také lze porovnat vliv směru na naměřenou tažnost, kde byla zjištěna tažnost např. pro největší dostavu v útku 2300 nití/m u diagonálního směru o 30% větší než u směru osnovy. Pro směr osnovy a útku byla tažnost přibližně stejná. Tyto hodnoty vypovídají o nárůstu tažnosti pro diagonální směr. To je způsobeno tím, že se nitě ve tkanině za působení síly nejprve napřimují.

Pro porovnání modelové tažnosti a tažnosti skutečné byly použity změřené tažnosti nití, použitých ve tkaninách. Po vypočítání tažnosti nití dle daného setkání podle dostav útku ve tkanině bylo zjištěno, že křivka naměřených tažností přibližně kopíruje křivku tažností modelových. Z toho vyplývá, že tkanina nemá vliv na tažnost

nití použitých ve tkanině, hodnoty tažnosti nití ve tkanině jsou dané především setkáním.

Pevnost

Měřením pevnosti na vzorcích tkanin s různou dostavou byla zjištěna závislost pevnosti na dostavě útku. Čím větší je dostava útku ve tkanině, tím větší je i pevnost tkaniny ve směru útků. Tuto závislost lze odůvodnit větším provázáním nití ve tkanině, protože dostava útku udává počet nití na centimetr, a více nití má větší pevnost. Pevnosti byly porovnávány pro tři směry. Při tomto porovnávání byla zjištěna nejvyšší pevnost pro směr osnovy. Pevnost pro směr osnovy nebyla ovlivněna dostavou útku, pro všechny dostavy (2300, 1900, 1340, 920 nití/m) měla pevnost přibližně stejnou hodnotu v rozmezí (300,5 – 329,6 [N]) Odchytky mohou být způsobeny mimo jiné lepším využitím pevnosti vláken v deformované tkanině, především pro diagonální směr (zvětší se zaplnění textilie a tím i třecí odpory mezi vlákny). U tkaniny s nevyšší dostavou v útku, která je shodná s dostavou osnovy (2300 nití/m), byla naměřená maximální pevnost přibližně stejná pro směr osnovy, útku i diagonály. Pro směr osnovy 310,6 [N], útku 305,1[N] a diagonály 328,8[N]. Pevnost v diagonálním směru je přibližně stejná s pevností ve směru útku. Při namáhání tkaniny ve směru diagonály dojde nejdříve k posuvu osnovních a útkových nití v zúženém místě nenormovaného vzorku, kde se pak vzorek přetrhne v nejslabším místě.

Pro porovnání modelové pevnosti a pevnosti skutečné bylo použito pevnosti nití, použitých ve tkaninách. Po vypočítání pevnosti nití dle dostavy tkanin na šířku vzorku tkaniny byl zjištěn poměrně velký nárůst pevnosti vzorků oproti modelové pevnosti, což může být zapříčiněno třecími silami ve vazných bodech tkanin, kde se kříží osnovní a útkové nitě.

6 Literatura

- [1] Fukač F., Indra J.: Technologie tkalcovství, SNTL Praha 1977
- [2] Chrpová E.: Technologie tkaní, TUL Liberec 2006
- [3] Nováčková J.: Tkalcovské vazby, TUL 2006
- [4] Kolčavová Sirková B.: Vzorování tkanin,
<https://skripta.ft.tul.cz/database/data/2007-11-20/09-27-20.pdf>
- [5] KOVÁŘ, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií, skripta, Liberec 2003
- [6] PITUCHA, T.: Anizotropie deformace tkanin, diplomová práce, Tu Liberec 2004
- [7] KOVÁŘ, R.: Tažnost tkaniny. Seminář STRUTEX, Liberec 2001.
- [8] KOVÁŘ, R.: Směrová pevnost tkaniny. Seminář STRUTEX, Liberec 2001
- [9] Neckář B., Kavan P.: Přehled vlastností textilií z hlediska jejich fyzikální podstaty
SVÚT Liberec 1981
- [10] Prof. Ing. Stříž, B., DrSc.: Mechanika textilií 2, TU v Liberci, Liberec 2002
- [11] Nosek, S.: Struktura a geometrie tkanin. Výzkumný ústav bavlnářský, Ústí nad
Orlicí 1977
- [12] Mrazíková, I.: Vazby tkanin listové základní, odvozené a složené, TU v Liberci
2002

7 Přílohy

Příloha 1 – Tabulky naměřených hodnot

Příloha 2 – Pracovní diagramy pro naměřené hodnoty

Příloha 3 – Fotografie vzorků

Příloha 1

Naměřené výsledné hodnoty tahových zkoušek pro jednotlivé dostavy útku a směry namáhání.

Výsledky tahové zkoušky vzorku $du = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.

Identifikace vzorku: PAD

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 merení, 0 vyloučeno.

Displcement	Displcement		Load	Slope	Load	Energy to	
	Teleso	at Maximum	at Maximum	at user (AutYoung)	Break (kN)	at user Break (J)	Point (mm)
Break	Cislo	(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	(mm)
	1	51.56	332.2	12.44	.3321	5.113	51.51
	2	53.81	330.9	11.88	.3305	5.396	53.96
	3	51.12	319.3	14.20	.3184	4.724	51.52
	4	54.21	326.2	11.66	.3258	5.148	54.06
	5	55.41	315.0	12.14	.3129	4.937	55.51
	6	51.21	316.1	12.18	.3148	4.747	51.06
	7	52.76	334.8	12.25	.3325	5.187	52.51
	8	43.41	267.2	12.78	.2640	3.163	43.06
	9	47.03	340.0	14.16	.3384	4.755	47.04
	10	50.48	345.1	13.44	.3440	5.311	50.56
	11	47.26	340.5	14.24	.3400	4.779	47.53
	12	49.57	355.2	13.45	.3533	5.467	50.04
	13	45.88	316.6	13.32	.3165	4.302	46.04
	14	49.86	357.0	13.64	.3566	5.374	50.04
	15	51.32	335.6	12.91	.3356	5.203	51.56

Prumer		50.33	328.8	12.98	.3277	4.907	50.40
Standard							
Odchylka :		3.29	21.6	.87	.0220	.580	3.31
Prum -							
2.00 * Sod:		43.74	285.7	11.24	.2836	3.747	43.78
Prum +							
2.00 * Sod:		56.91	371.9	14.72	.3717	6.067	57.03
Minimum:		43.41	267.2	11.66	.2640	3.163	43.06
Maximum:		55.41	357.0	14.24	.3566	5.467	55.51
Var. koef		6.54	6.56	6.71	6.72	11.82	6.57

Výsledky tahové zkoušky vzorku $\text{du} = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.

Identifikace vzorku: PAO

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 16 mereni, 1 vylouceno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	19.760	341.6000	34.0900	.3369	2.1700	19.510
	2	19.170	326.3000	34.7600	.3231	1.8470	19.070
	3	20.910	318.1000	32.1600	.3114	2.2630	20.560
	4	19.680	316.1000	30.2000	.3123	1.9150	19.530
	5	19.890	308.3000	33.4200	.3044	1.7330	19.040
	6	20.450	308.2000	33.0200	.2958	1.9390	20.050
	7	19.300	297.0000	28.7300	.2893	1.8130	19.000
	8	20.000	306.0000	31.4100	.3060	1.9570	20.000
	9	20.480	331.3000	30.8700	.3313	2.1970	20.480
	10	21.170	314.2000	31.6800	.3128	2.1240	21.020
	11	19.950	290.7000	31.9500	.2889	1.8530	20.050
	12	18.870	294.9000	31.9400	.2918	1.7050	18.970
	13	20.420	309.4000	31.2800	.3063	1.8940	20.470
	vyloucen	3.090	.2700	-.2593	-.0001	-.0006	4.040
	15	19.600	295.8000	28.3200	.2953	1.9510	19.550
	16	19.120	301.2000	31.2800	.3001	1.7660	19.020

	Prumer	19.920	310.6000	31.6800	.3070	1.9420	19.760
Standard							
	Odchylka :	.669	14.4000	1.7680	.0147	.1734	.677
Prum -							
	2.00 * Sod:	18.580	281.8000	28.1400	.2777	1.5950	18.400
Prum +							
	2.00 * Sod:	21.260	339.4000	35.2100	.3364	2.2890	1.110
	Minimum:	18.870	290.7000	28.3200	.2889	1.7050	18.970
	Maximum:	21.170	341.6000	34.7600	.3369	2.2630	21.020
	Var. koef	3.36	4.64	5.58	4.78	8.93	3.43

Výsledky tahové zkoušky vzorku $d_u = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.

Identifikace vzorku: PAU

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	20.23	293.3	33.16	.2887	1.721	20.03
	2	21.04	309.9	33.70	.3099	2.013	21.04
	3	19.91	287.1	32.89	.2823	1.491	19.56
	4	20.61	304.7	32.75	.3043	1.816	20.56
	5	20.88	327.7	33.29	.3179	1.834	20.48
	6	20.72	317.0	33.69	.3164	1.956	20.52
	7	20.45	315.4	32.76	.3132	1.939	20.55
	8	20.71	322.4	33.43	.3169	1.756	20.51
	9	19.96	297.3	31.14	.2944	1.801	20.56
	10	20.17	299.5	33.15	.2964	1.651	20.02
	11	20.52	326.2	35.30	.3262	1.936	20.52
	12	20.80	315.4	32.09	.3086	1.783	20.50
	13	19.80	261.9	30.74	.2588	1.392	19.55
	14	21.06	298.7	30.83	.2980	1.848	21.01
	15	20.89	300.7	31.54	.2999	1.931	21.04

	Prumer	20.52	305.1	32.70	.3021	1.791	20.43
	Standard						
	Odchylka :	.41	17.1	1.24	.0170	.173	.47
	Prum -						
	2.00 * Sod:	19.69	270.9	30.21	.2681	1.445	19.50
	Prum +						
	2.00 * Sod:	21.35	339.4	35.18	.3361	2.137	21.36
	Minimum:	19.80	261.9	30.74	.2588	1.392	19.55
	Maximum:	21.06	327.7	35.30	.3262	2.013	21.04
	Var. koef	2.02	5.62	3.80	5.63	9.66	2.28

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 1900 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr

Identifikace vzorku: PBD

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	53.64	245.9	10.32	.2456	3.595	53.49
	2	51.05	258.1	11.00	.2580	3.543	51.00
	3	48.56	236.4	11.19	.2364	3.099	48.56
	4	49.55	251.7	11.25	.2517	3.334	49.55
	5	46.20	213.7	10.57	.2128	2.474	46.05
	6	48.58	245.9	11.71	.2459	3.133	48.53
	7	49.20	263.1	12.12	.2628	3.481	49.05
	8	48.27	276.4	11.94	.2741	3.894	48.02
	9	46.91	267.9	11.48	.2668	3.583	47.01
	10	50.58	291.9	12.40	.2918	4.152	50.48
	11	48.40	277.0	12.07	.2764	3.860	48.50
	12	51.55	264.6	11.14	.2646	3.977	51.55
	13	47.75	264.0	11.79	.2624	3.490	47.55
	14	48.42	274.2	12.19	.2740	3.752	48.52
	15	51.12	278.5	12.11	.2781	4.004	51.02
<hr/>							
	Prumer	49.32	260.6	11.55	.2601	3.558	49.26
	Standard						
	Odchylka :	1.95	19.6	.62	.0195	.431	1.94
	Prum -						
	2.00 * Sod:	45.41	221.4	10.31	.2210	2.696	45.37
	Prum +						
	2.00 * Sod:	53.23	299.9	12.80	.2992	4.420	53.14
	Minimum:	46.20	213.7	10.32	.2128	2.474	46.05
	Maximum:	53.64	291.9	12.40	.2918	4.152	53.49
	Var. koef	3.96	7.53	5.40	7.52	12.11	3.94

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 1900 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.

Identifikace vzorku: PBN

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	Point (mm)
	1	18.95	299.6	31.08	.2903	1.658	18.55
	2	19.34	305.8	32.89	.2991	1.687	18.49
	3	18.53	312.2	32.95	.3122	1.726	18.53
	4	20.04	308.3	29.60	.3083	2.107	20.04
	5	18.22	306.6	32.42	.3027	1.758	17.97
	6	17.93	310.6	33.36	.3083	1.796	18.03
	7	17.64	312.2	33.43	.3094	1.637	17.54
	8	19.60	323.5	32.68	.3225	2.289	19.55
	9	20.09	337.4	31.34	.3361	2.273	20.04
	10	17.84	329.4	32.42	.3236	2.049	18.04
	11	18.61	332.2	32.94	.3307	2.141	18.56
	12	17.45	292.9	32.21	.2804	1.670	17.00
	13	18.21	304.7	31.75	.2996	1.864	18.01
	14	18.07	296.1	31.01	.2930	1.633	17.97
	15	19.18	313.8	31.10	.3103	2.142	18.98
<hr/>							
	Prumer	18.65	312.4	32.08	.3084	1.895	18.49
	Standard						
	Odchylka :	.85	13.1	1.07	.0153	.244	.86
	Prum -						
	2.00 * Sod:	16.95	286.2	29.93	.2779	1.408	16.76
	Prum +						
	2.00 * Sod:	20.35	338.5	34.23	.3390	2.383	20.22
	Minimum:	17.45	292.9	29.60	.2804	1.633	17.00
	Maximum:	20.09	337.4	33.43	.3361	2.289	20.04
	Var. koef	4.56	4.19	3.35	4.95	12.85	4.68

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 1900 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.

Identifikace vzorku: PBU

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vylouчено.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break (kN)	Energy to at user Break (J)	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)			
	1	17.22	269.4	27.91	.2650	1.379	17.02
	2	17.26	256.8	28.12	.2523	1.296	17.06
	3	17.76	286.3	29.40	.2823	1.610	17.51
	4	17.59	256.4	28.58	.2556	1.558	17.54
	5	18.40	289.8	29.53	.2850	1.680	18.05
	6	17.81	274.5	29.53	.2710	1.621	17.56
	7	17.32	271.7	29.91	.2659	1.446	17.02
	8	16.87	264.8	29.13	.2577	1.361	16.52
	9	17.40	256.9	27.85	.2506	1.345	17.05
	10	17.74	266.4	28.65	.2625	1.484	17.54
	11	16.61	258.5	29.53	.2579	1.268	16.56
	12	17.33	280.5	30.94	.2757	1.366	16.53
	13	17.43	270.3	29.53	.2677	1.373	17.03
	14	17.76	286.6	29.98	.2823	1.791	17.96
	15	17.17	258.9	28.86	.2562	1.420	16.97
<hr/>							
Prumer		17.44	269.9	29.17	.2658	1.467	17.19
Standard							
Odchylka :		.43	11.6	.85	.0113	.153	.48
Prum -							
2.00 * Sod: 16.59			246.6	27.47	.2432	1.160	16.23
Prum +							
2.00 * Sod: 18.30			293.1	30.86	.2884	1.773	18.16
Minimum:		16.61	256.4	27.85	.2506	1.268	16.52
Maximum:		18.40	289.8	30.94	.2850	1.791	18.05
Var. koef		2.46	4.31	2.90	4.25	10.44	2.80

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 1340 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.

Identifikace vzorku: PCD

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment		Load	Slope	Load	Energy to
		at Maximum	at Maximum	at user Maximum	Break (AutYoung)	at user Break	Point
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	(mm)
	1	46.34	184.0	9.059	.1832	2.144	46.04
	2	44.59	189.0	9.581	.1890	2.201	44.53
	3	47.73	189.0	8.944	.1883	2.342	47.53
	4	49.44	207.9	9.448	.2078	2.753	49.54
	5	49.79	202.2	9.473	.2015	2.488	49.49
	6	45.73	175.0	9.377	.1744	1.959	45.53
	7	47.36	194.2	9.286	.1925	2.294	47.06
	8	48.38	203.8	9.157	.2029	2.559	48.03
	9	47.23	207.5	9.972	.2072	2.569	47.03
	10	50.38	205.0	9.128	.2047	3.132	50.53
	11	42.35	193.2	10.470	.1922	2.139	42.05
	12	45.17	182.1	9.216	.1819	2.106	45.02
	13	47.60	205.8	10.060	.2058	2.550	47.54
	14	48.00	186.4	8.917	.1863	2.227	48.05
	15	46.60	199.2	9.766	.1991	2.399	46.50
<hr/>							
Prumer	47.11	195.0	9.457	.1944	2.391	46.97	
Standard							
Odchylka :	2.10	10.4	.446	.0105	.298	2.17	
Prum -							
2.00 * Sod:	42.91	174.1	8.566	.1734	1.795	42.63	
Prum +							
2.00 * Sod:	51.32	215.8	10.350	.2154	2.987	51.30	
Minimum:	42.35	175.0	8.917	.1744	1.959	42.05	
Maximum:	50.38	207.9	10.470	.2078	3.132	50.53	
Var. koef	4.46	5.35	4.71	5.40	12.46	4.61	

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du= 1340 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.

Identifikace vzorku: PCO

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vylouчено.

Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break (kN)	Energy to at user Break (J)	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)			
	1	17.74	322.5	32.89	.3160	2.067	17.49
	2	16.95	303.4	31.75	.3012	1.980	17.05
	3	17.18	299.9	31.09	.2954	1.754	17.03
	4	18.26	287.4	30.87	.2828	1.945	18.01
	5	17.20	278.4	30.61	.2749	1.648	17.05
	6	17.48	321.7	32.60	.3187	2.089	17.53
	7	17.25	308.3	31.55	.3025	1.901	17.05
	8	16.85	301.2	31.14	.2937	1.843	17.00
	9	16.70	294.6	30.61	.2914	1.772	16.55
	10	16.73	321.3	31.29	.3152	1.750	16.53
	11	17.18	289.3	30.34	.2863	1.787	17.53
	12	18.12	296.2	29.53	.2937	1.874	18.02
	13	18.00	296.4	28.46	.2850	1.740	18.05
	14	18.13	310.1	30.41	.3078	1.988	18.03
	15	17.43	276.6	28.99	.2685	1.764	17.53
<hr/>							
	Prumer	17.41	300.5	30.81	.2955	1.860	17.37
	Standard						
	Odchylka :	.53	14.5	1.21	.0149	.131	.52
	Prum -						
	2.00 * Sod:	16.36	271.4	28.40	.2657	1.598	16.33
	Prum +						
	2.00 * Sod:	18.47	329.5	33.22	.3253	2.122	18.40
	Minimum:	16.70	276.6	28.46	.2685	1.648	16.53
	Maximum:	18.26	322.5	32.89	.3187	2.089	18.05
	Var. koef	3.02	4.84	3.91	5.04	7.05	2.98

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 1340 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.

Identifikace vzorku: PCU

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	15.60	196.4	22.55	.1963	1.1290	15.55
	2	14.92	181.7	21.58	.1793	1.1580	16.01
	3	15.13	186.8	21.02	.1853	.8917	15.03
	4	17.19	200.6	22.74	.1997	1.3560	17.04
	5	16.03	221.6	23.11	.2216	1.3270	16.03
	6	15.09	198.5	21.48	.1974	1.0670	14.99
	7	16.43	200.3	20.85	.1958	1.2070	16.53
	8	16.55	216.9	21.88	.2169	1.2790	16.55
	9	15.78	206.9	21.47	.2032	1.1170	15.52
	10	16.17	211.3	21.80	.2099	1.2250	16.02
	11	16.62	214.5	22.52	.2128	1.3040	16.47
	12	16.58	217.4	21.89	.2166	1.2930	16.48
	13	16.05	220.9	22.62	.2203	1.2300	15.99
	14	15.88	208.0	21.81	.2040	1.0990	15.53
	15	15.48	204.5	21.88	.2019	1.0800	15.53
<hr/>							
Prumer		15.97	205.8	21.95	.2041	1.1840	15.95
Standard							
Odchylka :		.65	11.9	.64	.0124	.1239	.59
Prum -							
2.00 * Sod:		14.67	181.9	20.66	.1792	.9364	14.77
Prum +							
2.00 * Sod:		17.26	229.6	23.24	.2289	1.4320	17.14
Minimum:		14.92	181.7	20.85	.1793	.8917	14.99
Maximum:		17.19	221.6	23.11	.2216	1.3560	17.04
Var. koef		4.06	5.79	2.94	6.10	10.46	3.72

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 920 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.

Identifikace vzorku: PDD

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	33.43	83.22	6.857	.0831	.6837	33.53
	2	35.18	81.05	6.615	.0809	.6108	34.98
	3	30.76	82.76	7.013	.0826	.6228	30.56
	4	34.17	73.18	6.341	.0730	.5569	33.97
	5	33.37	75.44	6.229	.0751	.6126	33.52
	6	35.46	73.21	6.078	.0732	.5850	35.51
	7	32.90	71.54	6.172	.0714	.5302	33.05
	8	37.96	79.79	6.086	.0798	.6599	37.96
	9	39.12	83.11	5.764	.0830	.7175	38.97
	10	38.47	78.66	5.976	.0786	.7017	38.52
	11	36.89	73.05	6.444	.0728	.5824	37.04
	12	38.18	82.01	5.901	.0818	.7054	38.03
	13	37.93	74.04	5.708	.0740	.6183	37.98
	14	37.07	67.44	5.281	.0674	.5204	37.02
	15	38.00	67.52	5.579	.0675	.5296	38.05
<hr/>							
Prumer		35.93	76.40	6.136	.0763	.6158	35.91
Standard							
Odchylka :		2.52	5.50	.472	.0055	.0664	2.52
Prum -							
2.00 * Sod:		30.89	65.41	5.193	.0653	.4830	30.87
Prum +							
2.00 * Sod:		40.97	87.39	7.080	.0872	.7487	40.96
Minimum:		30.76	67.44	5.281	.0674	.5204	30.56
Maximum:		39.12	83.22	7.013	.0831	.7175	38.97
Var. koef		7.01	7.19	7.69	7.18	10.79	7.03

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du = 920 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.

Identifikace vzorku: PDO

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

Displcement Break	Teleso Cislo	Displcement at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	13.06	311.7	36.78	.3117	1.506	13.06
	2	14.28	326.3	36.92	.3208	1.820	14.03
	3	14.29	320.9	35.44	.3149	1.651	14.04
	4	13.65	342.4	36.38	.3393	1.692	13.55
	5	14.60	345.0	36.08	.3444	1.915	14.55
	6	13.21	325.8	36.25	.3246	1.694	13.56
	7	14.05	348.1	37.18	.3481	1.954	14.05
	8	14.99	342.4	36.98	.3397	2.093	15.04
	9	14.29	323.8	37.59	.3169	1.913	14.03
	10	14.00	320.4	34.47	.3170	1.915	14.05
	11	12.84	315.3	36.51	.3089	1.608	13.03
	12	14.55	329.4	35.64	.3286	1.728	14.00
	13	14.35	326.7	35.51	.3193	1.795	14.55
	14	14.56	337.2	35.17	.3345	1.925	14.46
	15	13.10	324.7	35.91	.3235	1.547	13.05

Prumer		13.99	329.3	36.19	.3261	1.784	13.94
Standard							
Odchylka :		.66	11.1	.85	.0124	.169	.60
Prum -							
2.00 * Sod:		12.67	307.0	34.50	.3014	1.446	12.75
Prum +							
2.00 * Sod:		15.31	351.6	37.88	.3508	2.121	15.13
Minimum:		12.84	311.7	34.47	.3089	1.506	13.03
Maximum:		14.99	348.1	37.59	.3481	2.093	15.04
Var. koef		4.72	3.39	2.34	3.79	9.46	4.27

Výsledky tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du= 920 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.

Identifikace vzorku: PDU

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 16 mereni, 1 vylouceno.

Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment	Load	Slope	Load	Energy to	Point
		at Maximum (mm)	at Maximum (N)	at user (N/mm)	Break (AutYoung) (kN)	at user Break (J)	
	1	15.620	121.4000	12.7100	.1207	.6804	15.520
	2	16.210	129.5000	13.4800	.1291	.7607	16.060
	3	14.640	122.6000	13.2900	.1217	.6134	14.540
	4	14.010	123.9000	14.0100	.1216	.6417	14.060
	5	14.500	123.4000	13.5000	.1211	.6245	14.550
	6	14.190	119.9000	13.3700	.1183	.5761	13.990
	7	14.910	118.1000	13.2400	.1152	.5934	14.560
	8	14.840	121.3000	13.6400	.1206	.7980	15.540
	9	15.100	114.4000	13.1800	.1141	.6474	15.050
	10	15.250	119.4000	13.0200	.1177	.5860	15.040
	11	15.990	122.1000	12.9800	.1221	.7409	15.980
	12	14.860	121.4000	13.3400	.1189	.6281	14.560
	13	15.100	122.7000	13.0200	.1221	.6292	15.000
	14	13.900	125.8000	13.8800	.1225	.6431	14.050
	15	15.420	130.3000	13.6900	.1277	.6978	15.470
	vyloucen	7.860	.8456	.1477	.0007	.0032	7.064
	Prumer	14.970	122.4000	13.3600	.1209	.6574	14.930
	Standard						
	Odchylka :	.674	4.0430	.3559	.0040	.0658	.676
	Prum -						
	2.00 * Sod:	13.620	114.3000	12.6500	.1130	.5258	13.580
	Prum +						
	2.00 * Sod:	16.320	130.5000	14.0700	.1288	.7890	16.280
	Minimum:	13.900	114.4000	12.7100	.1141	.5761	13.990
	Maximum:	16.210	130.3000	14.0100	.1291	.7980	16.060
	Var. koef	4.50	3.30	2.66	3.28	10.01	4.53

Výsledky tahové zkoušky vzorku panamové vazby $du = 2040 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.

Identifikace vzorku: PED1

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 14 mereni, 0 vyloučeno.

Displcmnt Break	Displcmnt		Load	Slope	Load	Energy to	
	at	at		at user	Break	at user	
	Teleso	Maximum	Maximum	(AutYoung)	Break	Break	Point
Cislo	(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	(mm)	
<hr/>							
1	27.31	19.42	2.645	.0193	.1097	27.56	
2	27.66	27.42	3.329	.0274	.1729	27.96	
3	24.01	17.10	2.671	.0170	.0871	24.06	
4	28.96	21.92	2.940	.0219	.1260	29.01	
5	24.25	27.66	3.920	.0275	.1428	24.05	
6	25.76	24.44	3.544	.0243	.1228	25.46	
7	25.05	28.71	4.107	.0287	.1504	25.05	
8	24.81	29.77	4.175	.0296	.1508	24.56	
9	25.73	24.86	3.235	.0248	.1411	25.53	
10	26.85	23.57	3.302	.0235	.1331	27.05	
11	27.38	25.96	3.369	.0259	.1473	27.53	
12	28.43	24.98	3.128	.0250	.1527	28.53	
13	25.77	27.42	3.906	.0273	.1563	25.52	
14	24.67	30.19	4.067	.0302	.1658	24.52	
<hr/>							
Prumer	26.19	25.24	3.453	.0252	.1399	26.17	
<hr/>							
Standard							
Odchylka :	1.58	3.80	.518	.0038	.0227	1.72	
<hr/>							
Prum -							
2.00 * Sod:	23.02	17.64	2.417	.0176	.0944	22.74	
<hr/>							
Prum +							
2.00 * Sod:	29.35	32.84	4.488	.0328	.1854	29.61	
<hr/>							
Minimum:	24.01	17.10	2.645	.0170	.0871	24.05	
<hr/>							
Maximum:	28.96	30.19	4.175	.0302	.1729	29.01	
<hr/>							
Var. koef	6.04	15.05	14.99	15.09	16.25	6.56	

Výsledky tahové zkoušky vzorku panamové vazby $\text{du} = 2040 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.

Identifikace vzorku: PEO

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vylouчено.

Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break	Energy to at user Break	Point
		(mm)	(N)	(N/mm)	(kN)	(J)	
	1	8.470	335.2	59.95	.3291	1.343	8.565
	2	9.480	362.1	59.45	.3621	1.685	9.481
	3	9.490	382.4	64.54	.3796	1.725	9.537
	4	9.340	365.5	61.21	.3533	1.458	8.987
	5	8.970	349.7	59.30	.3458	1.413	9.021
	6	8.910	349.9	59.79	.3478	1.575	9.513
	7	9.010	327.4	58.03	.3242	1.439	9.061
	8	9.690	361.5	59.20	.3569	1.627	9.535
	9	8.670	327.9	59.04	.3228	1.274	8.515
	10	10.070	346.4	61.15	.3448	1.621	10.020
	11	10.010	355.2	59.19	.3552	1.599	10.010
	12	9.240	351.8	61.28	.3451	1.386	9.043
	13	9.300	370.5	64.99	.3611	1.422	9.049
	14	9.000	353.2	63.25	.3502	1.491	9.053
	15	10.160	366.3	63.76	.3634	1.730	10.060

Prumer		9.321	353.7	60.94	.3494	1.519	9.297
Standard							
Odchylka :		.505	15.4	2.21	.0154	.143	.491
Prum -							
2.00 * Sod:		8.310	322.8	56.53	.3186	1.233	8.316
Prum +							
2.00 * Sod:		10.330	384.5	65.36	.3802	1.805	10.280
Minimum:		8.470	327.4	58.03	.3228	1.274	8.515
Maximum:		10.160	382.4	64.99	.3796	1.730	10.060
Var. koef		5.42	4.36	3.62	4.41	9.41	5.28

Výsledky tahové zkoušky vzorku panamové vazby $\text{du} = 2040 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.

Identifikace vzorku: PEU

Datum testu: 02 Lis 2007

Celkem 15 mereni, 0 vyloučeno.

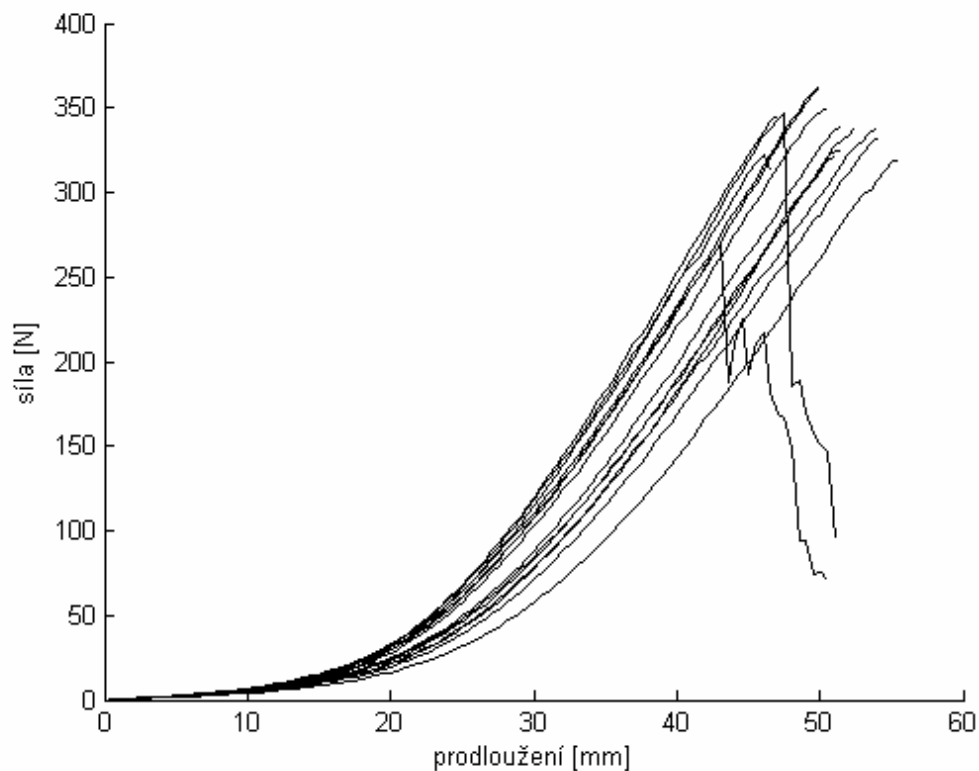
Displcment Break	Teleso Cislo	Displcment at Maximum	Load at Maximum	Slope at user (AutYoung)	Load Break (kN)	Energy to at user Break (J)	Point (mm)
		(mm)	(N)	(N/mm)			
	1	20.70	286.2	23.34	.2840	1.872	20.55
	2	20.69	279.2	22.97	.2764	1.799	20.49
	3	20.75	281.6	24.39	.2783	1.893	20.55
	4	19.70	248.7	22.55	.2466	1.557	19.55
	5	19.82	236.8	21.68	.2317	1.411	19.52
	6	21.04	281.7	24.18	.2817	1.945	21.04
	7	21.82	288.5	24.30	.2851	1.973	21.57
	8	21.46	279.6	22.83	.2754	1.983	21.56
	9	19.53	259.1	25.10	.2591	1.594	19.53
	10	20.90	284.2	24.70	.2824	2.018	21.05
	11	19.73	272.1	24.97	.2705	1.906	19.98
	12	18.88	285.9	25.77	.2830	1.670	18.53
	13	19.25	274.6	25.44	.2719	1.779	19.05
	14	20.56	283.9	23.08	.2821	1.858	20.46
	15	21.17	278.9	23.22	.2754	1.849	20.97

Prumer		20.40	274.7	23.90	.2722	1.807	20.29
Standard							
Odchylka :		.86	15.0	1.19	.0153	.176	.91
Prum -							
2.00 * Sod:		18.68	244.8	21.52	.2417	1.456	18.48
Prum +							
2.00 * Sod:		22.12	304.7	26.28	.3028	2.158	22.11
Minimum:		18.88	236.8	21.68	.2317	1.411	18.53
Maximum:		21.82	288.5	25.77	.2851	2.018	21.57
Var. koef		4.22	5.45	4.97	5.61	9.72	4.46

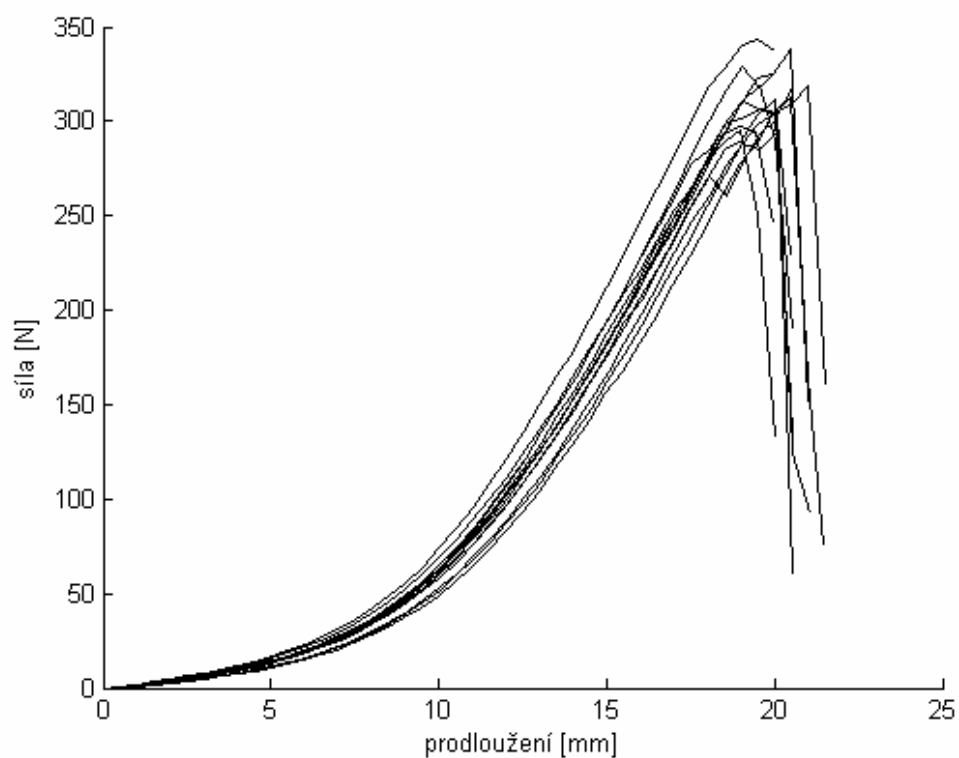
Příloha 2

Grafy jednotlivých měření, pro jednotlivé dostavy útků ve směru osnovy, útku a diagonálním směru.

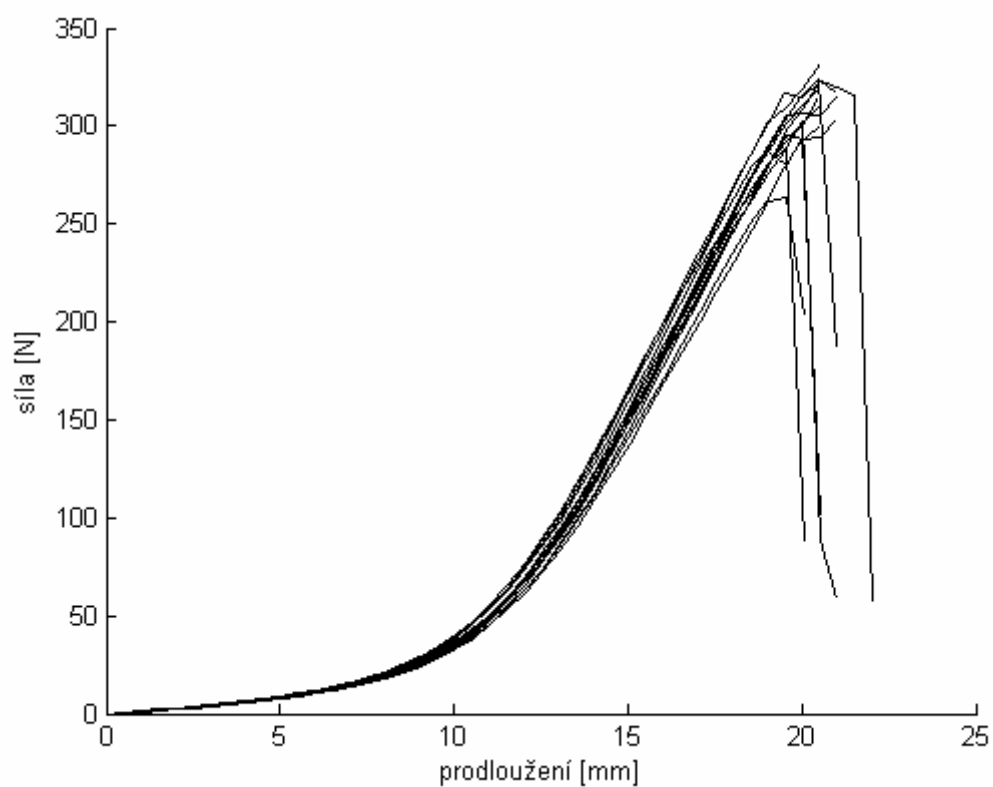
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku $du = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.



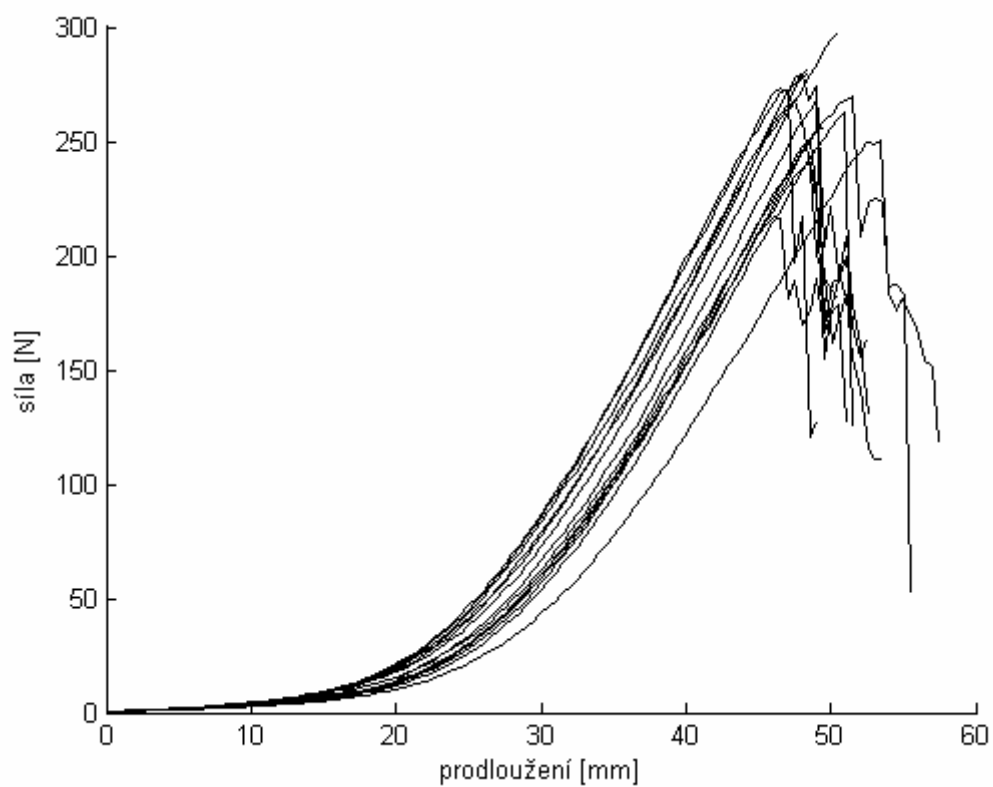
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku $du = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.



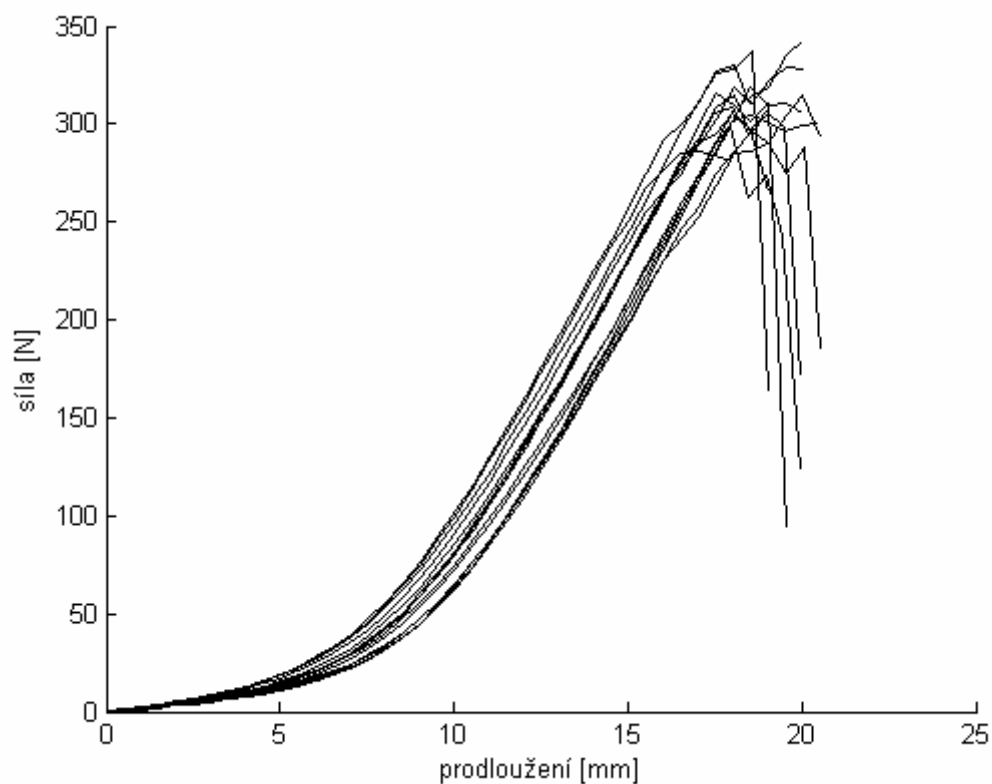
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku $du = 2300 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.



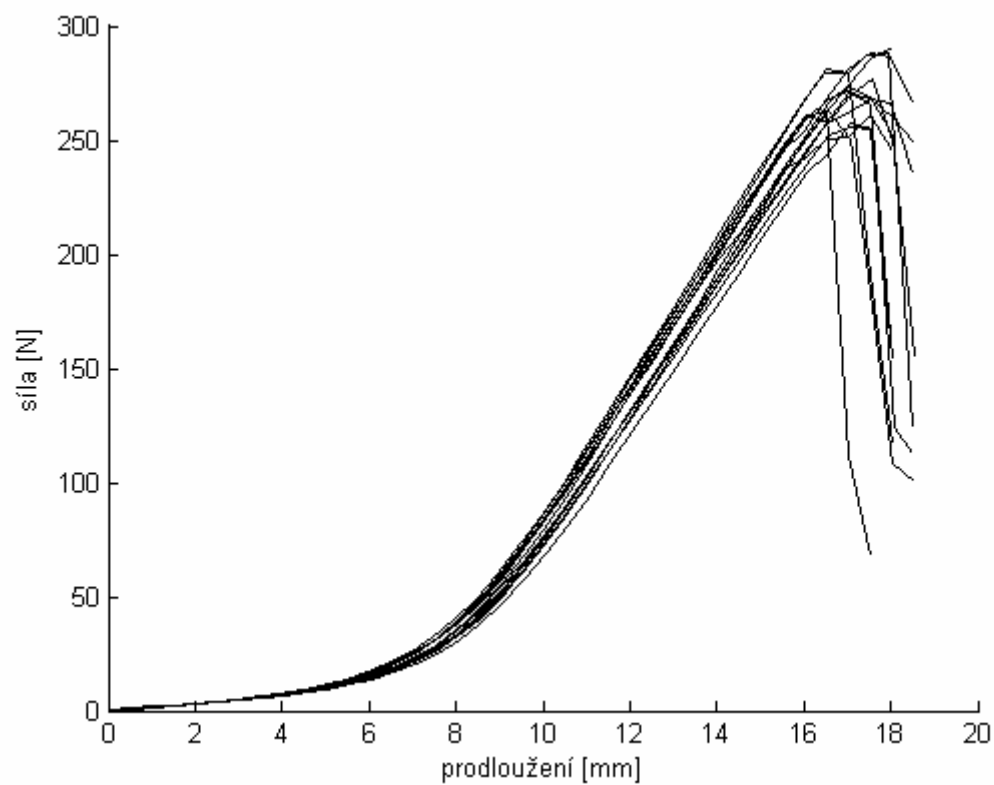
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátňové vazby $du = 1900 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.



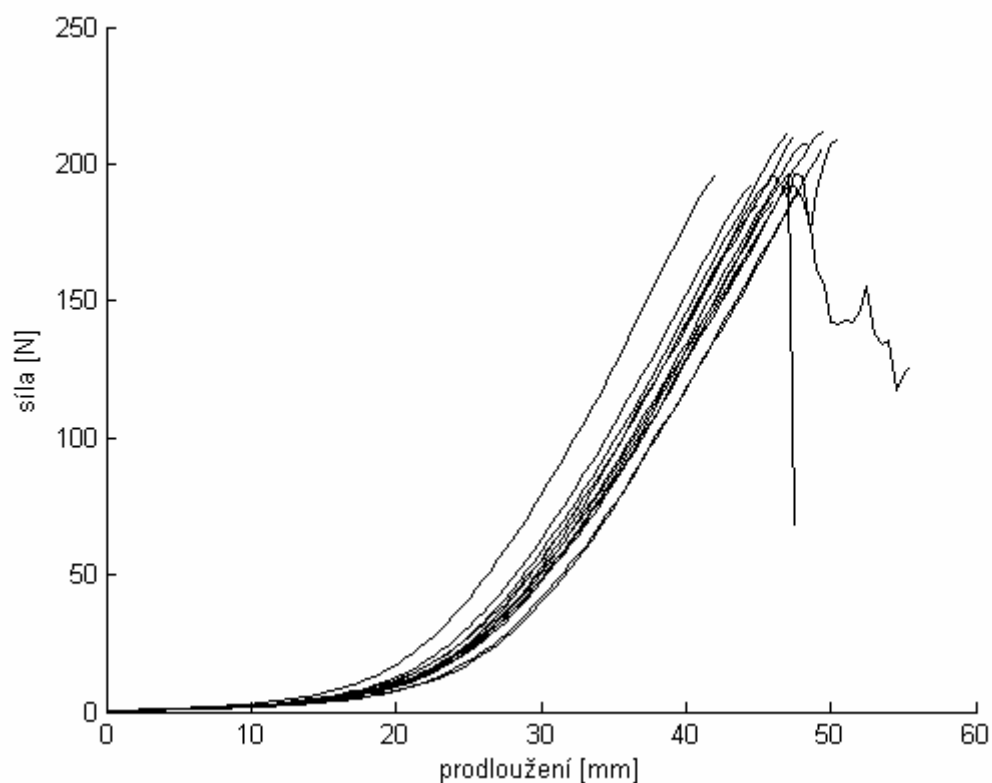
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=1900\text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.



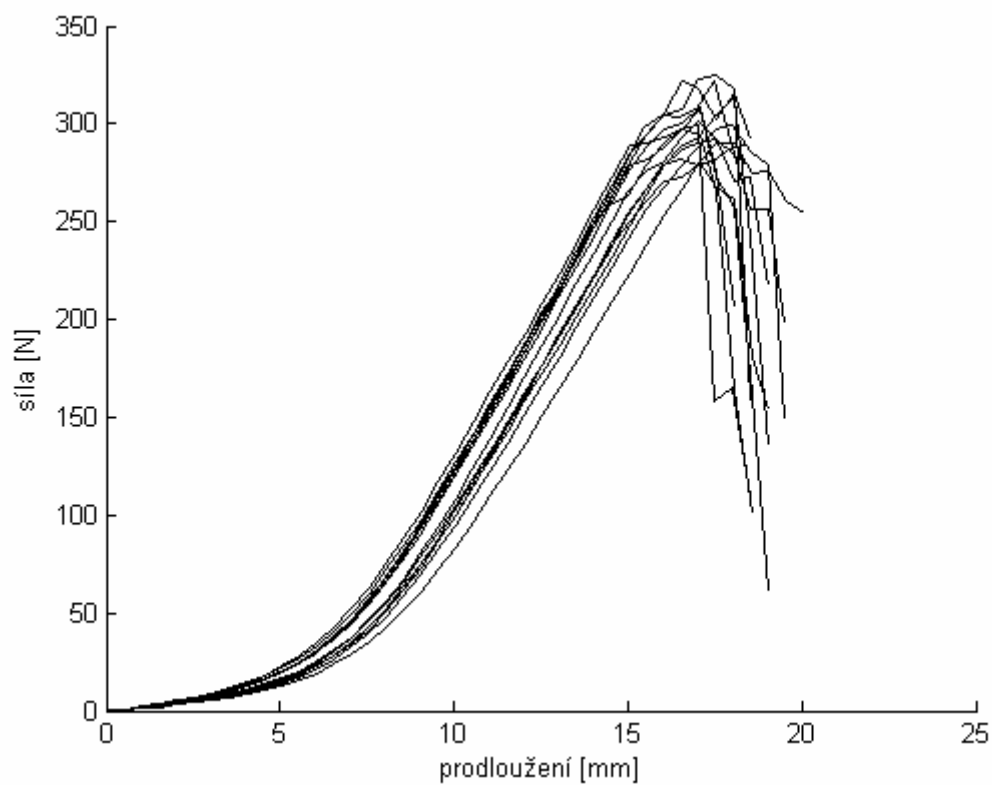
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=1900\text{ m}^{-1}$ pro směr útku.



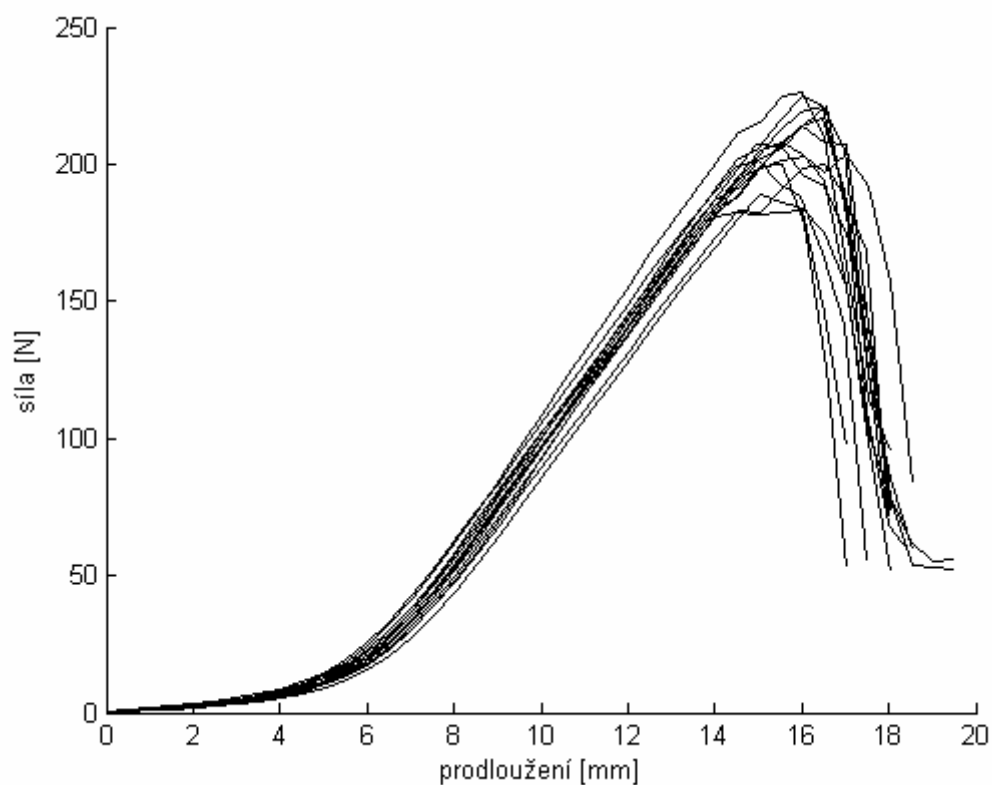
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=1340\text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.



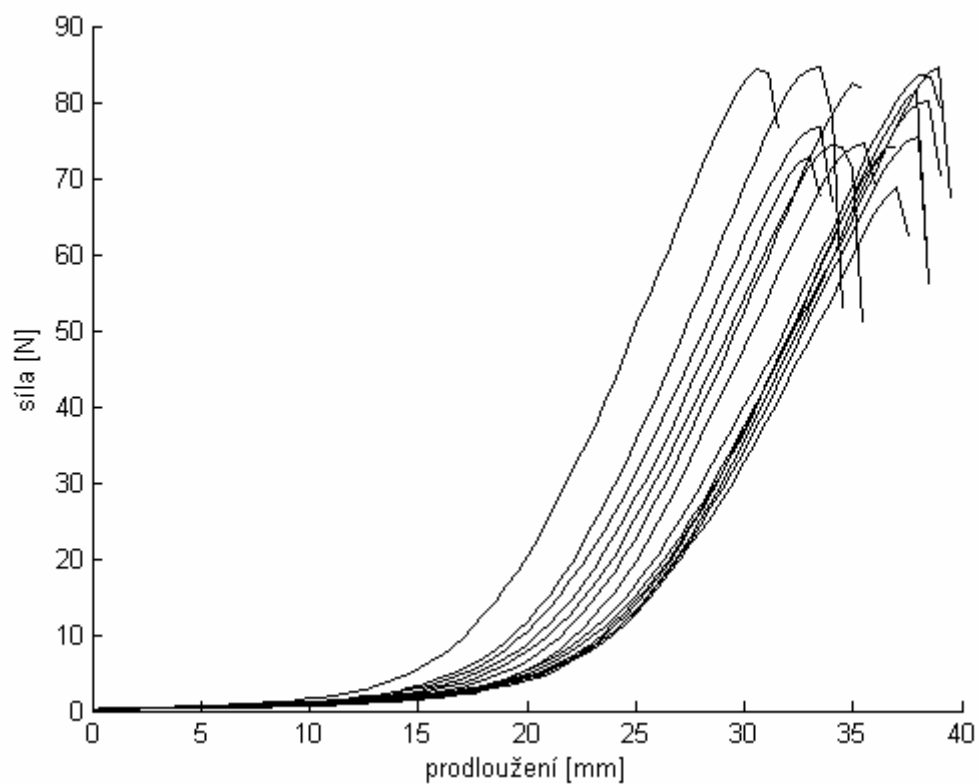
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=1340\text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.



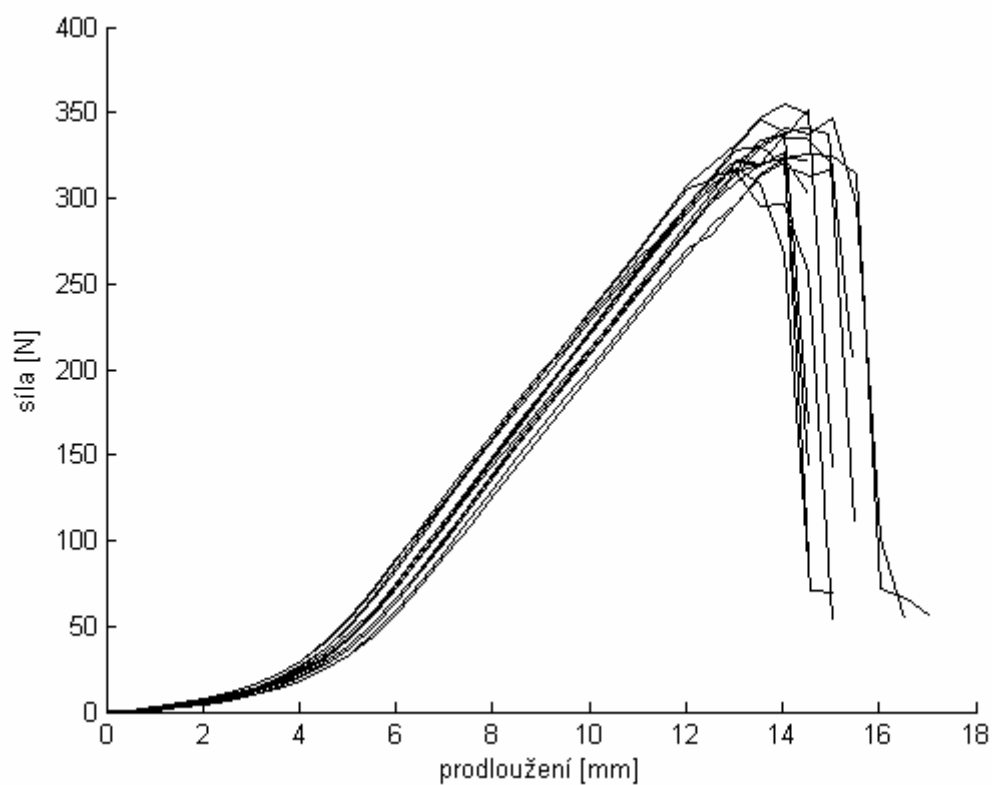
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=1340\text{ m}^{-1}$ pro směr útku.



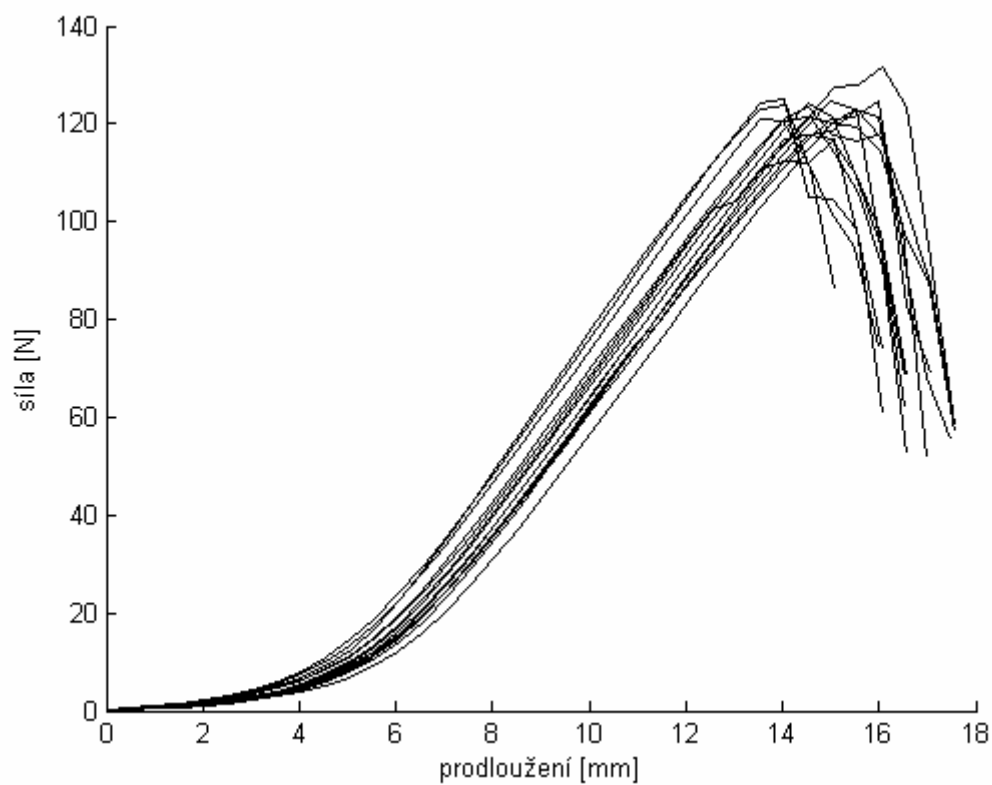
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=920\text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.



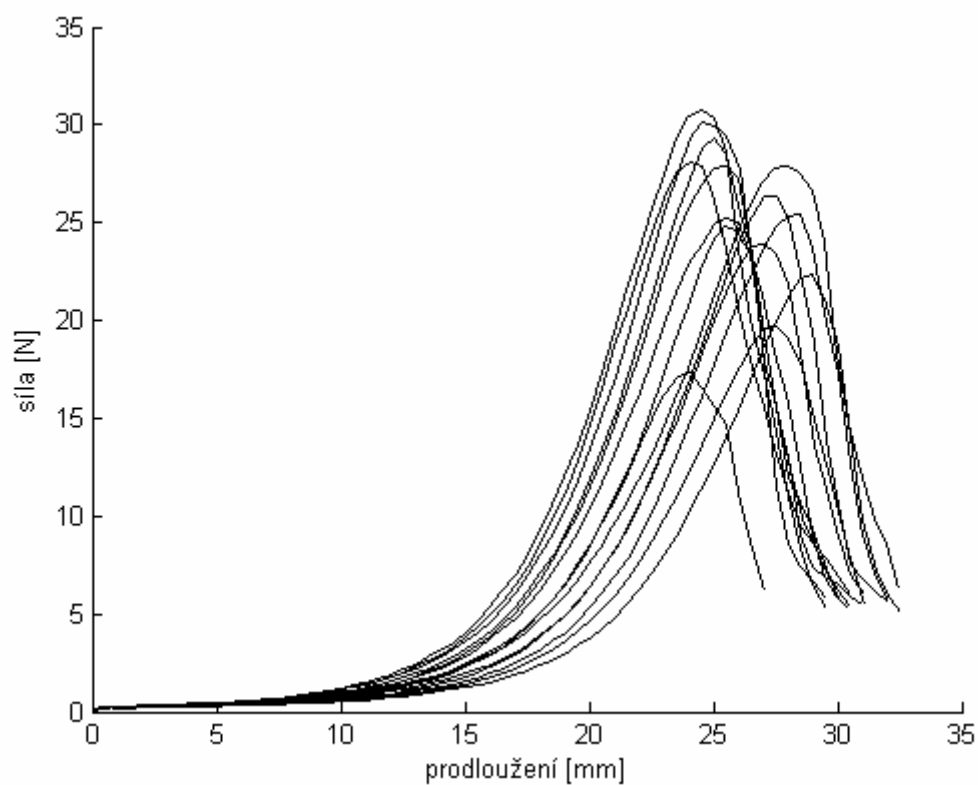
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=920\text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.



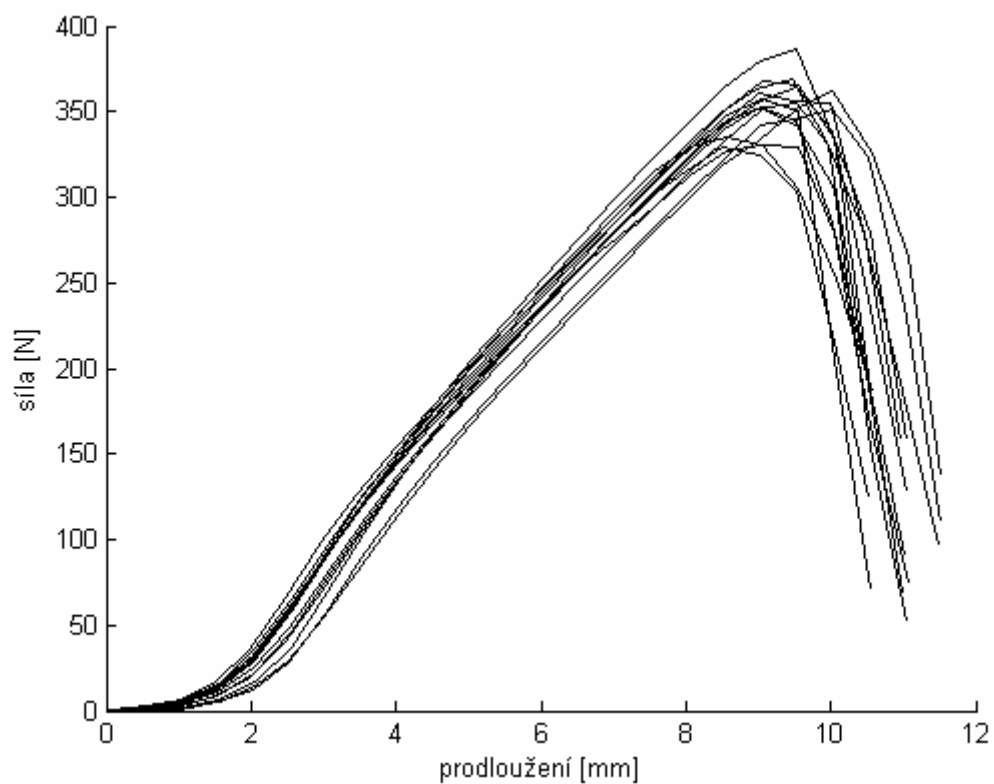
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku plátnové vazby $du=920\text{ m}^{-1}$ pro směr útku.



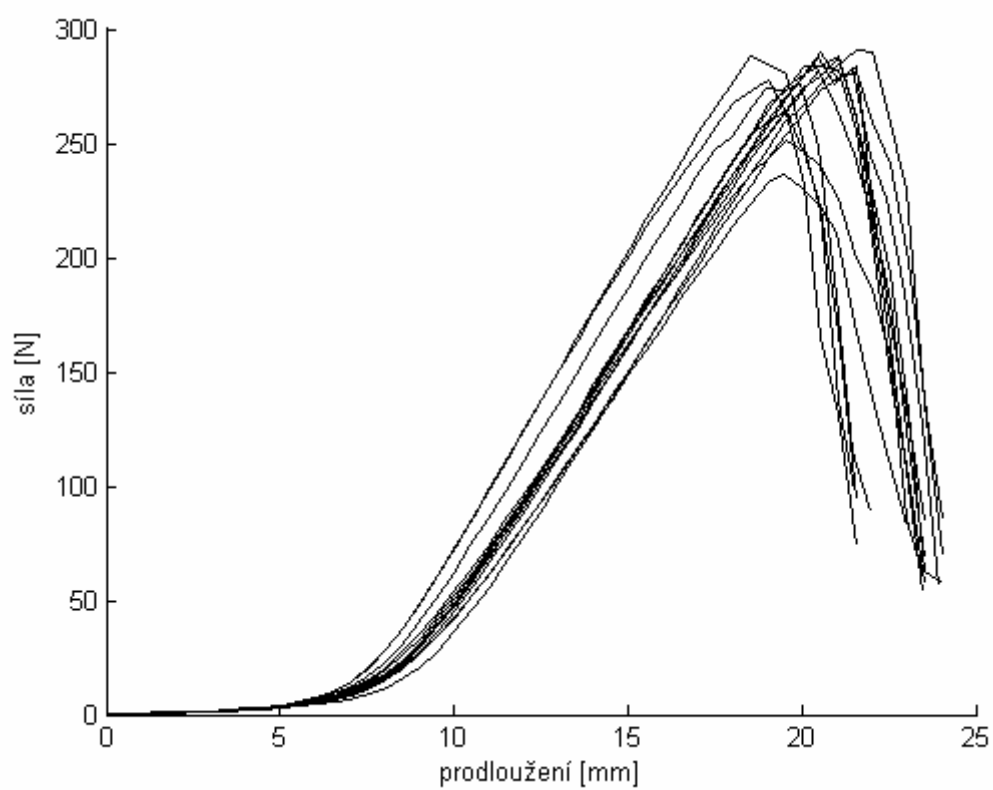
Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku panamové vazby $du= 2040 \text{ m}^{-1}$ pro diagonální směr.



Pracovní diagram tahové zkoušky vzorku panamové vazby $du= 2040 \text{ m}^{-1}$ pro směr osnovy.



Pracovní diagram zkoušky vzorku panamové vazby $du = 2040 \text{ m}^{-1}$ pro směr útku.



Příloha 3

Fotografie přetrhů vzorků

Přetrh v diagonálním směru vzorku o dostavě 1900 nití/m ve zúženém místě vzorku.



Přetrh vzorku v diagonálním směru vzorku o dostavě 1900 nití/m v čelistech dynamometru.



Přetrh vzorku s dostavou útku 1340 nití/m. K přetrhu došlo uprostřed vzorku ve zúženém místě. Přtrh uprostřed vzorku by měl zajistit nejpřesnější naměřené hodnoty.



Částečný přetrh vzorku s dostavou útku 1340 nití/m. K přetrhu došlo uprostřed vzorku ve zúženém místě.



V případě provedení zkoušky na vzorcích panamy v diagonálním směru, nedocházelo k přetrhu, ale k posuvu jednotlivých nití, které vedlo až k rozpadu vazby vzorku na dvě části.



U vzorků s nízkou dostavou v útku $Du = 920 \text{ m}^{-1}$ docházelo pouze k částečnému přetrhu, při kterém byly přetrženy pouze některé nitě ve tkanině. Z přetržení pouze některých nití lze usoudit ve kterých místech se tkanina začne trhat.

